

**Fenologia e Fertilidade de cvs. Femininas ('Hayward',  
'Earligreen®', 'Tsechelidis®', 'Soreli®') e cvs. Masculinas  
( 'Autari®', 'M56', 'Chieftain', 'P1', 'Belén®') de Actinídea na  
região do Entre Douro e Minho**

**João Pedro de Matos Alves**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Agronómica**

Orientadores: Prof. Doutora Cristina Oliveira

Prof. Doutor Raul Rodrigues

**Juri:**

Presidente: Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor auxiliar, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor José Raul de Oliveira Rodrigues, Professor adjunto, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, Técnica Superior, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa



## **Agradecimentos**

Gostava de prestar os meus agradecimentos a todas as pessoas que tornaram possível completar a tese que se apresenta. Assim agradeço:

À Professora Doutora Cristina Oliveira pela prontidão que demonstrou em me orientar e arranjar esta colaboração. Pela sua orientação e disponibilidade em me ajudar em todo este processo, nunca tendo duvidado que seria levado a bom porto. O seu conselho e as suas palavras de incentivo foram essenciais para a conclusão deste processo.

Ao Professor Doutor Raul Rodrigues, o qual foi imprescindível para a existência do presente trabalho. Por me ter recebido de braços abertos no Minho, por toda a disponibilidade demonstrada, mesmo fora do seu local de trabalho. Por me por em contacto com os produtores e me ajudar a estabelecer o plano de trabalho. Por tudo o que aprendi, nas conversas que tive consigo e pelas deslocações ao terreno, sobre o cultivo de Actinídea, Agronomia e não só.

Ao Professor Doutor Jorge Cadima pela ajuda e orientação com o tratamento estatístico dos dados.

Ao Sr. Vítor Araújo, da empresa Kiwi GreenSun, e ao Sr. António Fernandes pela disponibilidade imediata que demonstraram em ceder os seus pomares para a elaboração deste estudo.

À Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana de Castelo, pelo uso das instalações laboratoriais na execução dos testes de germinação de pólen. Ao Eng. Virgílio Peixoto pela ajuda imprescindível na execução dos referidos testes.

Aos meus colegas (e amigos) de curso que acompanharam este processo e cujo companheirismo foi imprescindível no decorrer do mestrado. Um abraço especial ao Luís Cordeiro e ao Rui Nunes.

À Patrícia, por estar sempre ao meu lado mesmo nos momentos em que pensei em desistir. Pelas palavras de carinho e incentivo que me fizeram não só embarcar nesta aventura, mas também leva-la até ao fim.

À minha filha, Diana, que se tornou na minha principal motivação para a conclusão deste trabalho.



## Resumo

O objectivo deste estudo é investigar a adaptação de novas cultivares de actínídea à região do Minho. Investigaram-se 3 novas cultivares femininas (Tsechelidis®, Soreli® e Earligreen®) e 5 cultivares masculinas (Chieftain, P1, Autari®, M56 e Belén®). Foi feito um levantamento fenológico destas cultivares para investigar a sincronia entre cultivares masculinas e femininas. Foram calculados os índices fisiológicos de abrolhamento (IA), abrolhamento fértil (IAF) e fertilidade (IF); e foi testada a capacidade germinativa do pólen das cultivares masculinas.

O estudo mostrou que a cultivar Tsechelidis® é uma cultivar promissora, já que tem um IA de  $56\% \pm 5$  e um IAF de  $38\% \pm 8$ . No entanto, apresentou-se mais precoce (1 semana) que a cultivar Hayward para as mesmas condições. É, portanto, necessário ter especial cuidado na selecção das cultivares masculinas a emparelhar com esta cultivar. A cultivar masculina P1 apresentou a melhor sincronia com a 'Tsechelidis®', embora o seu pólen não apresentasse a melhor viabilidade germinativa, mediana de 76%, IQR=71-83%. A cultivar Earligreen® demonstrou ser também muito promissora já que é fenologicamente similar à cultivar Hayward, embora com um índice de fertilidade superior ( $IF = 3,6 \pm 0,4$ ). As cultivares masculinas que apresentaram melhor sincronia com esta cultivar foram as cultivares M56 e Autari®, possuindo também pólen com excelente capacidade germinativa (mediana de 92,5% (IQR=90-97%) e 90,7% (IQR=87-93%), respectivamente. Já a cultivar Soreli® apresentou uma floração muito precoce (1 mês anterior à da 'Hayward'). No entanto, não apresentou praticamente sincronia com a cultivar masculina Belén®, originando-se no final frutos maioritariamente com calibres não comerciais. Assim, para esta cultivar é necessário seleccionar uma cultivar masculina melhor adaptada para as condições do Minho.

**Palavras-chave:** *Actinidia* spp.; adaptação, fenologia; fertilidade; polinização; viabilidade do grão de pólen



## Abstract

The aim of this thesis was to study the adaptation of the new *Actinidia* spp. cultivars (both male and female) to the Minho region. The female cultivars investigated were 'Tsechelidis®', 'Soreli®' and 'Earligreen®'. As for the males: 'Chieftain', 'P1', 'Autari®', 'M56' and 'Belén®'. A phenological survey was conducted, and fertility index (FI), fertile bud index (FBI) and budbreak index (BI) were done. The pollen viability of the male cultivars was also tested. 'Tsechelidis®' appeared to have an increased fertility (BI = 56%±5 and: FBI = 38%±8), but it started flowering almost one week earlier than 'Hayward', which might pose a problem when selecting the appropriate male cultivar. Male cultivar 'P1' seems to coordinate good with 'Tshechelidis®', but its pollen germination viability is not the best (median pollen viability percentage: 76%, IQR=71-83%)

The results also shown that 'Earligreen®' is phenologically similar to 'Hayward', with a higher fertility (fertility index =  $3,6 \pm 0,4$ ), which enables to be cultivated with the same male cultivars of the 'Hayward'. The male cultivars that appear to be more phenologically synchronous with 'Hayward' and 'Earligreen®' were 'Autari®' and 'M56', which also possessed the best pollen germination capacity (median percentage of germinated pollen = 92,5, IQR=90-97, N=18 and 90.7, IQR=87-93, respectively).

As for the cultivar 'Soreli®', this study observed that it flowered a month earlier than 'Hayward', and that it had almost no synchrony with its male cultivar phenology ('Belén'). This shows that in this case, in the edaphic and climatic conditions of the region a new male cultivar needs to be selected.

**Keywords:** *Actnidia* spp.; cultivar adaptation; fertility; phenology; pollination; pollen viability.





# Índice

Agradecimentos .....	I
Resumo.....	III
Abstract.....	V
Índice .....	VII
Índice de Figuras.....	IX
Índice de Quadros .....	XI
Lista de abreviaturas .....	XII
1. Introdução .....	1
1.1. Kiwi – Morfologia, fisiologia, modos de produção .....	1
1.2. Actínídea no Mundo .....	4
1.3. Actínídea em Portugal.....	5
2. Objectivo .....	8
3. Metodologia.....	9
3.1. Caracterização edafoclimática da região .....	9
3.2. Caracterização dos pomares .....	11
3.3. Dados fenológicos .....	18
3.4. Viabilidade da germinação do grão de pólen .....	21
3.5. Índices Fisiológicos.....	27
4. Resultados .....	30
4.1. Desenvolvimento fenológico .....	30
4.2. Índices fisiológicos.....	48
4.3. Viabilidade germinativa do grão de pólen .....	51
5. Discussão de resultados .....	54
6. Conclusões e perspectivas futuras.....	60
7. Bibliografia .....	62

8. <i>Websites</i> .....	66
9. Anexos .....	67

## Índice de Figuras

<b>FIGURA 1</b> – ESQUEMA TEÓRICO DE UMA PLANTA DE ACTINÍDEA. ADAPTADO DE HENNION ET AL. (2003) .....	2
<b>FIGURA 2</b> – PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE KIWI (FAOSTAT, 2013) .....	5
<b>FIGURA 3</b> – DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE KIWI POR REGIÕES AGRÁRIAS EM 2013 (DADOS INE, 2014). ....	6
<b>FIGURA 4</b> - FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE (T/HA) E DA ÁREA CULTIVADA (HA) DESDE 2000 (DADOS INE, 2014). .....	7
<b>FIGURA 5</b> - LOCALIZAÇÃO DOS POMARES. ....	11
<b>FIGURA 6</b> - ASPECTO GERAL DO POMAR DE LAGO .....	12
<b>FIGURA 7</b> – ASPECTO GERAL DO POMAR LAGO S. ....	12
<b>FIGURA 8</b> - ASPECTO GERAL DO POMAR DE BARREIROS.....	13
<b>FIGURA 9</b> - ASPECTO GERAL DO POMAR DE PROZELO .....	13
<b>FIGURA 10</b> - ASPECTO GERAL DO POMAR DE NAVARRA.....	14
<b>FIGURA 11</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DAS CULTIVARES FEMININAS DE ACTINÍDEA .....	32
<b>FIGURA 12</b> – DIAGRAMA DE FENOFASES DAS CULTIVARES MASCULINAS DE ACTINÍDEA.....	35
<b>FIGURA 13</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DA CULTIVAR CHIEFTAIN POR POMAR AMOSTRADO. ....	36
<b>FIGURA 14</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DA CULTIVAR P1 POR POMAR AMOSTRADO. ....	36
<b>FIGURA 15</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES COMPARATIVO DA CULTIVAR FEMININA HAYWARD VERSUS CULTIVARES MASCULINAS.....	38
<b>FIGURA 16</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DA CULTIVARES DE ACTINÍDEA DO POMAR DE PROZELO. ....	39
<b>FIGURA 17</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DAS CULTIVARES DE ACTINÍDEA DO POMAR DE NAVARRA .....	40
<b>FIGURA 18</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES COMPARATIVO DA CULTIVAR EARLIGREEN® VERSUS CULTIVARES MASCULINAS .....	42
<b>FIGURA 19</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DAS CULTIVARES ENCONTRADAS NO POMAR DE BARREIROS.....	43
<b>FIGURA 20</b> - DIAGRAMA COMPARATIVO DA CULTIVAR TSEHELIDIS® VERSUS CULTIVARES MASCULINAS.....	44
<b>FIGURA 21</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DAS CULTIVARES ENCONTRADAS NO POMAR DE LAGO. ....	46
<b>FIGURA 22</b> - DIAGRAMA DE FENOFASES DA CULTIVAR FEMININA SORELI® VERSUS CULTIVAR MASCULINA BÉLEN. ....	47
<b>FIGURA 23</b> – <b>A1</b> : ÍNDICE DE ABROLHAMENTO POR CULTIVAR. <b>A2</b> : ÍNDICE DE ABROLHAMENTO POR POMAR (PARA A CULTIVAR HAYWARD). <b>B1</b> : ÍNDICE DE ABROLHAMENTO FÉRTIL POR CULTIVAR. <b>B2</b> : ÍNDICE DE ABROLHAMENTO FÉRTIL POR POMAR (PARA A CULTIVAR HAYWARD). <b>C1</b> : ÍNDICE DE FERTILIDADE POR CULTIVAR. <b>C2</b> : ÍNDICE DE FERTILIDADE POR POMAR (PARA A CULTIVAR HAYWARD). NOTA: OS GRÁFICOS REPRESENTAM A MÉDIA ± ERRO PADRÃO DA MÉDIA. ASSIM, A BARRA REPRESENTA A MÉDIA ENQUANTO OS “BIGODES” REPRESENTAM O ERRO-PADRÃO. ONDE OS TESTES DE INFERÊNCIA ESTATÍSTICA INDIQUEM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS FORAM INDICADAS LETRAS. ....	50
<b>FIGURA 24</b> – <b>A1</b> : VIABILIDADE GERMINATIVA (% DE GRÃOS GERMINADOS) POR POMAR E CULTIVAR (CHIEFTAIN E P1). <b>A2</b> : VIABILIDADE GERMINATIVA (% DE GRÃOS GERMINADOS) POR CULTIVAR. <b>B1</b> : VIGOR GERMINATIVO (COMPRIMENTO DO TUBO POLÍNICO EM µM) POR POMAR E CULTIVAR (CHIEFTAIN E P1).	

<b>B2:</b> VIGOR GERMINATIVO (COMPRIMENTO DO TUBO POLÍNICO EM $\mu\text{M}$ ) POR CULTIVAR. NOTA: OS GRÁFICOS REPRESENTAM “CAIXAS DE BIGODES” DA DISTRIBUIÇÃO DE DADOS. A CAIXA REPRESENTA A AMPLITUDE INTERQUARTIL (QUARTIL 1 – QUARTIL 3), A LINHA NO CENTRO DA CAIXA REPRESENTA A MEDIANA DA DISTRIBUIÇÃO, OS “BIGODES” REPRESENTAM A AMPLITUDE TOTAL DOS DADOS (MIN E MAX, EXCLUINDO OUTLIERS). ONDE EXISTAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ( $\alpha = 0,05$ ) SÃO INDICADAS LETRAS QUE REPRESENTAM DIFERENTES AGRUPAMENTOS DE DIFERENÇAS. OS TESTES DE INFERÊNCIA ESTATÍSTICA FORAM EFECTUADOS SOBRE OS DADOS TRANSFORMADOS (VER SECÇÃO 3.4.4), REFERINDO-SE, PORTANTO, A DIFERENÇAS EXISTENTES ENTRE A VARIÁVEL DEPENDENTE TRANSFORMADA. ....	53
<b>FIGURA 25</b> - ASPECTO DOS FRUTOS DA CULTIVAR SORELI® NO FINAL DA CAMPANHA DE 2014. A: ASPECTO DO FRUTO DA CULTIVAR COM CALIBRE COMERCIAL. B1 E 2: FRUTOS DA CULTIVAR COM CALIBRES HETEROGÉNEOS E NÃO COMERCIAIS.....	58

## Índice de Quadros

<b>QUADRO 1</b> - NÚMERO DE HORAS DE FRIO ACUMULADO DESDE 1 DE OUTUBRO DE 2013. OS VALORES INDICADOS SÃO VALORES CUMULATIVOS (SOMADOS AOS MESES ANTERIOR) PARA A ULTIMA DATA DO REFERIDO MÊS. FONTE: IPMA. ....	10
---	----

## **Lista de abreviaturas**

**DRAPN** – Direcção Regional de Agricultura e Pescas Norte

**FAOSTAT** – *Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics*

**IA** – Índice de abrolhamento

**IAF** – Índice de Abrolhamento Fértil

**IF** – Índice de Fertilidade

**INE** – Instituto nacional de estatística

**IPMA** – Instituto Português do mar e da atmosfera

**IQR** – *Interquartile range*

# 1. Introdução

## 1.1. Kiwi – Morfologia, fisiologia, modos de produção

Existem no género *Actinidia* mais de 50 espécies, a maioria de florestas temperadas das montanhas do sudoeste Chinês, embora o género tenha uma distribuição que vai desde a Sibéria à Indonésia. Como característica comum, todas as espécies do género *Actinidia* são plantas perenes e trepadeiras. As espécies do género *Actinidia* são funcionalmente dióicas, ou seja, flores pistiladas (femininas) e estaminadas (masculinas) ocorrem em plantas separadas. As flores pistiladas contêm estames mas estes raramente produzam pólen viável. De igual modo, nas flores estaminadas o ovário apresenta-se muito reduzido (Beatson et al., 2014; Warrington and Weston, 1990).

Os frutos do género *Actinidia* são funcionalmente bagas, compostas por centenas a milhares de pequenas sementes embebidas na polpa. Dentro do género, as características do fruto, como tamanho, cor, forma, pilosidade, sabor e composição química, podem variar largamente. Em relação à cor da polpa esta pode variar substancialmente; em várias espécies de *Actinidia* ela é verde mesmo quando o fruto está completamente maduro (Warrington and Weston, 1990).

Do ponto de vista económico as espécies com maior interesse são, a *Actinidia deliciosa* C.F.Liang e A.R.Ferguson, e mais recentemente, a espécie *Actinidia chinensis* Planch, sendo os seus frutos comumente designados como kiwis.

### 1.1.1. Morfologia da planta de actinídea

Em estado selvagem as plantas de Actinídea são lianas que se desenvolvem em arbustos densos à volta de qualquer suporte que consigam encontrar. Com a domesticação da planta procurou-se equilibrar o seu crescimento vegetativo com o desenvolvimento reprodutivo de forma a otimizar a produção do fruto.

Em relação a sua morfologia podemos dividi-la em 2 partes: (i) Estruturas perenes e (ii) estruturas produtivas (figura 1).

(i) – As estruturas perenes são as estruturas que raramente se irão alterar na planta desde a sua condução inicial, ou seja, o tronco e os braços da planta. Em plantas jovens estas estruturas possuem flexibilidade e necessitam de um tutor. Após este período estas estruturas tornam-se cada vez mais lenhosas conseguindo-se suportar sem tutoria.

(ii) – As estruturas produtivas podem ser subdivididas em lançamentos do ano e laterais produtivas.

Os lançamentos do ano são lançamentos que advêm dos gomos existentes nos lançamentos do ano anterior (laterais produtivas). Estes lançamentos podem ser de crescimento determinado (o meristema apical não se desenvolve e o crescimento termina quando o lançamento apresenta 5 a 10 entrenós) ou de crescimento indeterminado (o meristema apical continua em funcionamento e vai dar origem a novos entrenós podendo, se não forem podados, chegar até 10 m de comprimento).

Em relação às laterais produtivas podemos distinguir entre as que se originaram de lançamentos indeterminados e as que se originaram de lançamentos determinados. As originárias de lançamentos indeterminados possuem entrenós longos possuindo cerca de 10 a 20 nós, dos quais cerca 60% irão dar origem a ramos frutíferos. Já as laterais produtivas originárias de ramos determinados, são laterais do tipo esporão (*spur-like*) com entrenós curtos e grande densidade de gomos o que lhe confere uma potencial produção que não deve ser negligenciada (Hennion et al., 2003; Warrington and Weston, 1990).

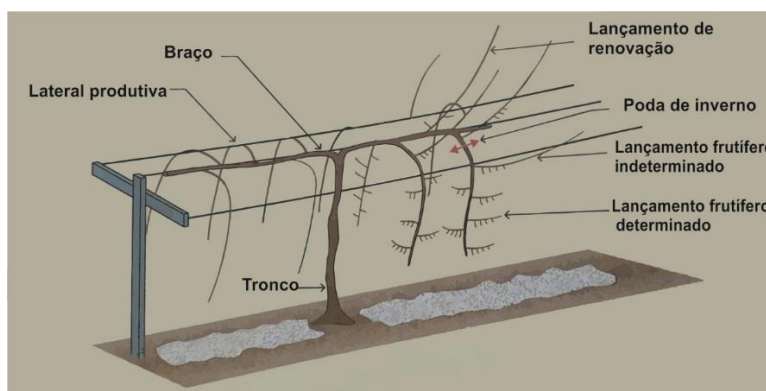


Figura 1 – Esquema teórico de uma planta de actinídea. Adaptado de Hennion et al. (2003)

### 1.1.2. Ciclo cultural da Actinídea

O ciclo vegetativo das espécies de Actinídea inicia-se aquando do abrolhamento da cultura (meados de Março em *A. deliciosa*) com os gomos das laterais produtivas a originarem lançamentos do ano. Todas as espécies passam por um período de dormência invernã, no qual as baixas temperaturas têm um efeito preponderante na regulação fisiológica da planta. Em anos de pouco frio invernã, as cultivares mais sensíveis à falta de frio (como a popular cultivar Hayward) irão apresentar fraco índice de abrolhamento e ao mesmo tempo escalonado (Hennion et al., 2003; Warrington and Weston, 1990).

O desenvolvimento das flores é originado em meristemas laterais florais, não observáveis a olho nu, formados originalmente em meados de Agosto. Sendo assim, considera-se que o desenvolvimento floral começa nesta etapa (Snowball, 1997). Cada lançamento tem cerca de 8 a 9 meristemas florais, dos quais a maioria não se irá desenvolver. Há vários factores que podem influenciar o desenvolvimento floral, sendo os mais importantes: a alternância



(tipicamente não observável em pomares com bom equilíbrio vegetativo), a temperatura e a luminosidade. A temperatura tem um efeito claro no desenvolvimento da floração, tendo sido observado que alternâncias de temperatura aquando do abrolhamento levam a uma diminuição na quantidade de flores. De igual forma, há uma correlação negativa com o ensombramento, sendo que gomos que recebam pouca luminosidade irão originar poucas ou nenhuma flores (Hennion et al., 2003).

### **1.1.3. Sistemas de condução**

Os sistemas de condução de Actínídea são variados, e existe uma larga discussão sobre qual o melhor sistema. No entanto, do ponto de vista produtivo destacam-se dois: o sistema de cruzeta (Barra em T) e a pérgula (ou latada). A cruzeta é um sistema de condução muito utilizado na cultura de Actínídea, sendo característico de pomares mais antigos consistindo em postes com uma altura sensivelmente de 1,80 m e uma barra perpendicular na qual são ligados os arames que sustentam os ramos frutíferos laterais. Tem como principais vantagens um menor custo de implantação, uma melhor penetração da luz e arejamento da cultura quando comparada com a pérgula. Já a pérgula é um sistema de condução de aplicação mais recente que consiste em barras horizontais e verticais que sustentam a planta em conjunto com os arames paralelos que são sustentados por postes. Embora mais caro, a maior exposição solar que este sistema permite está correlacionado com uma maior fertilidade e produtividade, frutos com maior firmeza, concentração de sólidos solúveis superiores e uma cor verde mais intensa (Antunes, 2008; Costa, 1999).

### **1.1.4. Polinização**

A polinização da Actínídea é um misto entre polinização anemófila e entomófila. Durante algum tempo existiu um debate sobre qual o meio de polinização mais prevalente. No entanto, descobriu-se finalmente que os melhores calibres eram obtidos com um misto dos dois tipos de polinização (Testolin et al., 1991).

### **1.1.5. Cultivares**

A cultivar Hayward é, desde sempre, a cultivar mais utilizada. O seu sucesso deve-se às suas agradáveis propriedades organolépticas e principalmente à sua superior capacidade de conservação no frio (até 6 meses). No entanto, a cultivar Hayward está longe de ser perfeita. Ferguson et al. (1990) aponta-lhe, entre outros, os seguintes defeitos comparativamente com outras cultivares:

- A cultivar Hayward demora a entrar em plena produção, o que afecta directamente o custo de instalação do pomar e o período de *break even*.

- A escolha da madeira de renovação é especialmente importante nesta cultivar o que torna a poda e a condução da cultivar mais difícil.
- O seu abrolhamento e floração são fortemente afectados em anos de pouco frio invernal.
- O fruto é oval e pode ter tendência para o achatamento tornando o embalamento automático difícil.
- O núcleo do fruto é grande e pode-se tornar demasiado rígido e fibroso.

Hoje assiste-se mundialmente a um movimento para seleccionar e encontrar novas cultivares produtivas de *A. deliciosa*. Cultivares com maturação precoce e com produções superiores são as mais apreciadas.

Igualmente, na tentativa de explorar novos mercados olham-se hoje para outras espécies de *Actinidia*, das quais se destaca a *A. chinensis*. Esta espécie tem hoje já várias selecções em produção, das quais se destacam a cultivar *Hort16a®*, *Jintao®* e *Soreli®*. Estas cultivares têm como particularidade a sua polpa amarela e um ligeiro sabor a fruto tropical.

Em relação às cultivares masculinas, um dos principais obstáculos do dioicismo da Actinídea é a escolha da melhor cultivar polinizadora. Esta escolha é particularmente difícil pois existem hoje diversas cultivares femininas e ao mesmo tempo cultiva-se actinídea em diversos pontos do planeta com condições edafoclimáticas muito distintas. Uma vez que a quantidade de sementes está directamente correlacionada com o peso e tamanho do fruto, o objectivo dos produtores foi desde sempre garantir que as cultivares femininas tivessem disponível pólen em quantidade suficiente (Testolin et al., 1995). Inicialmente eram usadas as cultivares masculinas *Matua* (precoce na linguagem Maori) e *Tomuri* (tardio na linguagem Maori) esperando-se que o período de floração destas duas cultivares incluísse o período de floração da cultivar feminina. Acontece que era frequentemente observado um hiato entre a floração do *Matua* e do *Tomuri*, existindo assim um período de tempo em que as plantas femininas não tinham pólen disponível em quantidade suficiente. Existe, por isso, uma pressão para desenvolver novas cultivares masculinas que melhor coincidam fenologicamente com a cultivar feminina e ao mesmo tempo possuam grande quantidade de flores e de pólen. Assim, nos dois maiores produtores mundiais (Itália e Nova Zelândia) assistiu-se à introdução de novas cultivares adaptadas a estas regiões.

## 1.2. Actinídea no Mundo

A cultura da planta do Kiwi (*Actinidia* spp.) é actualmente uma das maiores culturas frutícolas a nível mundial, embora praticamente desconhecido até há algumas décadas atrás. Nativamente podem ser observados a crescer no sudoeste da China no vale do grande rio

Yangtze. Acredita-se que as potencialidades comerciais da Actinídea foram descobertas quando um horticultor neozelandês, de seu nome Alexander Allison, recebeu sementes da planta por parte de uma amiga que tinha regressado de uma viagem à China. Assim, Allison terá sido o primeiro a cultivar o género *Actinidia* na Nova Zelândia por volta de 1910. Aliás, acredita-se que praticamente todas as cultivares de kiwi neozelandesas descendem de alguma forma destas primeiras plantas. Apenas anos mais tarde foram adicionadas as primeiras plantações comerciais na área da *Bay of Plenty*. O seu sucesso inicial e as campanhas de marketing eficaz (como o cunhar do nome Kiwi) provocaram um rápido crescimento na sua plantação e exportação até aos anos 80 (Warrington and Weston, 1990).

O Kiwi é hoje uma cultura global, estando distribuído pelos 5 continentes com maior expressão na Europa, Oceânia e América do Sul (Figura 2). No ano agrícola de 2011-2012 os 5 maiores produtores (por ordem decrescente) foram a Itália, Nova-Zelândia, Chile, Grécia e França. Na mesma campanha Portugal apareceu como 10º produtor mundial (FAOSTAT, 2013). De facto, segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE) (2014), Portugal produziu na campanha de 2013 cerca de 21 306 toneladas de Kiwi.

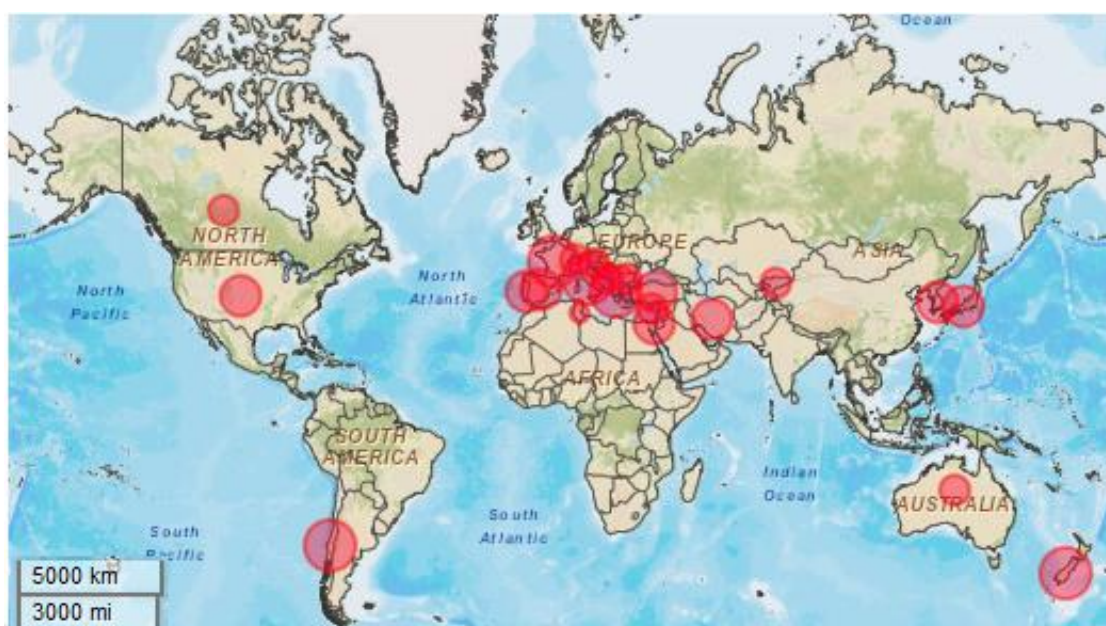


Figura 2 – Principais países produtores de kiwi (FAOSTAT, 2013)

### 1.3. Actinídea em Portugal

Em Portugal o cultivo de Actinídea iniciou-se em 1973 com uma plantação de 0,9 hectares na zona de Vila Nova de Gaia. Esta parcela experimental foi muito bem-sucedida com as plantas a adaptarem-se perfeitamente às condições edafo-climáticas da região e com os frutos a atingirem preços muito elevados (Rodrigues, 2015 comunicação oral).

Com o sucesso desta plantação outros pomares começaram a aparecer rapidamente. A cultivar predominante foi a cultivar Hayward, com as cultivares *Tomuri* e *Matua* como polinizadores. As formas de condução predominantes eram as barras em T com armações geralmente em betão armado ou em madeira tratada. Os primeiros pomares tinham uma densidade de plantação de cerca de 620 plantas fêmeas por hectare (equivalente a uma distancia de plantação de 4x4m).

Hoje, o cultivo de Actinídea ocupa uma área total 2127 ha, existindo um crescimento progressivo da área de cultivo desde os seus primórdios (INE 2014). A principal zona de produção de Actinídea em Portugal é a região do Entre Douro e Minho compondo em 2013 cerca 74% do total da área cultivada, seguida da região centro com cerca de 25% do total da área cultivada. Nas restantes regiões o cultivo de Actinídea é praticamente residual (Figura 3).

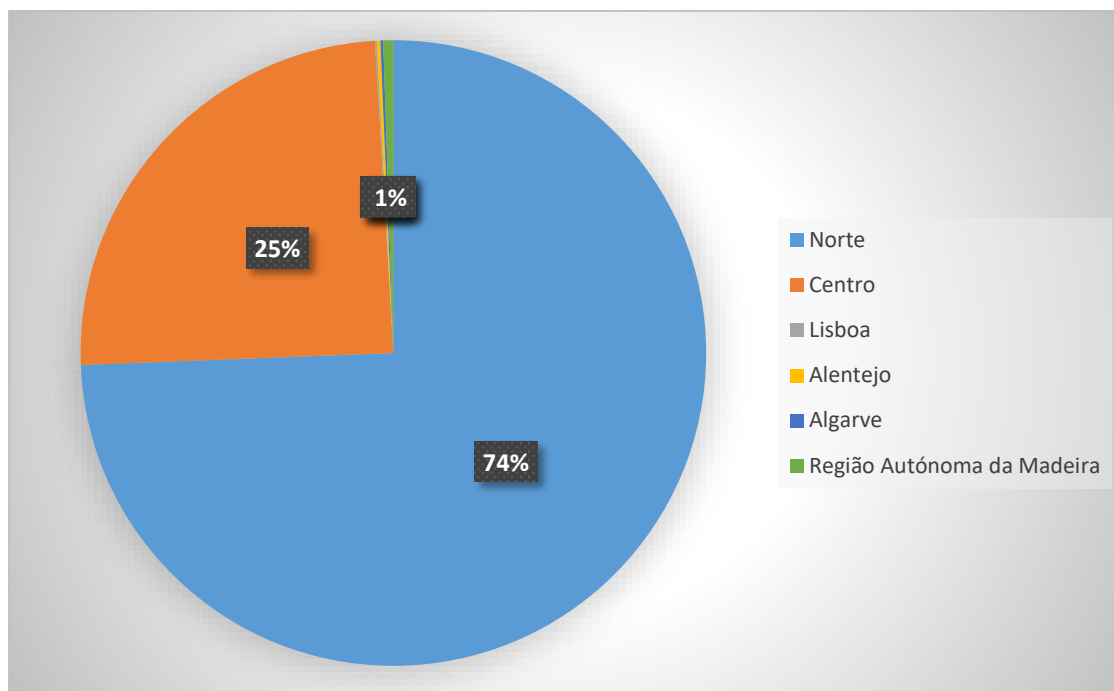


Figura 3 -- Distribuição da produção de Kiwi por regiões agrárias em 2013 (Dados INE, 2014).

A produtividade dos pomares em Portugal tem sido muito variável ao longo dos anos (Figura 4). Efectivamente desde 2000 a produtividade aumentou de 8 t/ha para um máximo de 17 t/ha, atingido em 2009. Nos últimos anos a produtividade tem decaído drasticamente, situando-se nas 10 t/ha em 2013. Pode-se apenas supor que esta diminuição esteja relacionada com o aumento súbito da área de cultivo, que passou de cerca de 1600 ha para 2100 ha de 2009 a 2013, com pomares novos e ainda pouco produtivos e também com o aparecimento da bactéria responsável pelo cancro bacteriano do kiwi, *Pseudomonas syringae*

pv *Actinidiae*, cuja disseminação na região do Entre Douro e Minho causou várias quebras produtivas (Balestra et al., 2010).

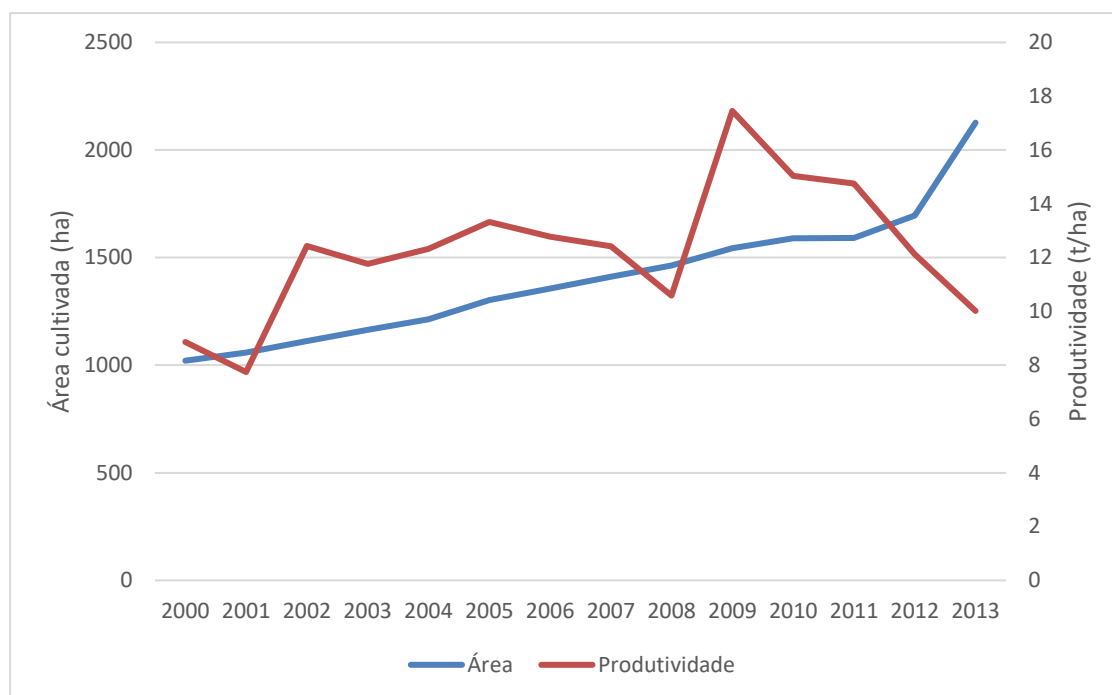


Figura 4 - Evolução da Produtividade (t/ha) e da área cultivada (ha) desde 2000 (Dados INE, 2014).

O cultivo do Kiwi é hoje bastante diferente dos seus primórdios com novos pomares mais intensivos, com sofisticados sistemas de fertirrega e novos sistemas de condução. Acompanhando a tendência internacional tem-se assistido também, progressivamente, à introdução de novas cultivares quer femininas quer masculinas.

No entanto, a falta de estudos de adaptação de novas cultivares ao território nacional tem feito com que a escolha de cultivares a introduzir seja um risco. Há um total desconhecimento do comportamento fenológico e fisiológico destas cultivares em território nacional.

## **2. Objectivo**

Face ao desconhecimento do comportamento das novas cultivares de Actinídea introduzidas em Portugal, este estudo tem por objectivo avaliar o comportamento fenológico e fisiológico de novas cultivares masculinas e femininas introduzidas na região do Entre Douro e Minho.

Especificamente pretendeu-se:

- Efectuar a caracterização e comparação da fenologia para o ano 2014 das cultivares femininas Tsechelidis®, Soreli® e Earligreen® em relação à cultivar Hayward.
- Obter índices fisiológicos destas cultivares (Índice de Abrolhamento (IA), Índice de Fertilidade (IF) e Índice de Abrolhamento Fértil (IAF)).
- Efectuar a caracterização fenológica da floração das cultivares masculinas Autari®, Chieftain, M56, P1 e Belén® e observação da sua sincronização com a fenologia das cultivares femininas.
- Proceder a testes de germinação do grão de pólen e medição do seu potencial vigor germinativo para as cultivares anteriormente indicadas.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Caracterização edafoclimática da região**

Do ponto de vista climático a região do Entre Douro e Minho é caracterizada por um clima do tipo Csb, segundo a classificação de Köppen-Geiger. Este tipo de clima é caracterizado como sendo temperado (a temperatura média do mês mais frio varia entre 0° e 18°C), com Verão seco, mas temperado. Quanto à precipitação, a região do Entre Douro e Minho possui uma das precipitações mais elevadas da Península Ibérica (cerca de 2200 mm anuais). A maior fatia desta precipitação ocorre entre Outubro-Abril, não sendo no entanto incomum precipitação forte no período de Primavera-Verão (Im and AEmet, 2011).

O relevo da região é frequentemente comparado com um anfiteatro voltado para o Oceano. Assim, desde as serras do interior até ao litoral assiste-se a uma diminuição progressiva da altitude média. Limitada a norte pelo rio Minho e a sul pelo rio Douro as serras que limitam a região a oriente e de onde são oriundos os principais cursos de água são (de Norte para Sul): a Serra da Peneda-Soajo, Serra Amarela, Serra do Gerês, Serra da Cabreira, Serra do Alvão e Marão. As cadeias que completam o “anfiteatro” natural a sul são as serras de Montemuro e a serra da Freita-Arada. Do ponto de vista geológico a região é constituída por dois conjuntos importantes: O maciço Hercínico e as formações sedimentares de cobertura do maciço. O maciço é constituído por um complexo Xisto-Grauváquico recortado por variadas intrusões graníticas. As formações sedimentares de cobertura do maciço são predominantemente detríticas e correspondem aos terraços marinhos e fluviais, aluviões, cascalheiras e depósitos de vertente. Os cursos de água são os principais agentes modeladores do relevo no Entre Douro e Minho. Estes apresentam na cabeceira, a oriente, vales estreitos com vertentes íngremes em oposição aos vales maduros (largos com a presença de vários terraços aluviais) a jusante. Os solos presentes resultaram da degradação das rochas existentes na área quando sobre elas actuam os vários processos de meteorização. A forma como estes processos actuam é modelada por diversos factores ambientais (ex: clima, relevo e vegetação) e antrópicos. Consequentemente, a existência de processos específicos, próprios de cada área, levam à origem de solos com características distintas. Por exemplo, não será de estranhar que nas regiões orientais com vales mais estreitos dominem os regossolos e litossolos. Segundo a carta de solos do Entre Douro e Minho, classificação FAO/UNESCO, mais de metade da área da região é ocupada por regossolos (45,6%) e antrossolos (23,9%), seguindo-se em importância os leptossolos (17,3%) e os Cambissolos (17,7%). Acerca dos 2 primeiros, observa-se que os regossolos (solos de material grosseiro não consolidado de desenvolvimento insipiente) de espessura variável predominam zonas de matos e matas de características diversas (eucaliptos, pinheiros, folhosas ou mistos) podendo, no entanto,

encontrar-se por vezes prados e zonas de culturas arvenses de sequeiro e regadio. Já os Antrossolos referem-se aos solos altamente influenciados pelo Homem. Com uma região de relevo tão diverso, o Homem na procura de terrenos aptos para cultivo transformou o terreno formando socacos e patamares com grande alteração do perfil original do solo. Estão tradicionalmente associados a culturas arvenses de regadio e sequeiro, bem como ao cultivo da vinha e olival (Monteiro et al., 2005).

A zona geográfica onde decorre o estudo corresponde sensivelmente à parte Ocidental do concelho de Amares e é limitada a Sul pelo Cávado e a Norte pelo Homem, desaguando este no Cávado a Ocidente, formando um território triangular (Figura 5). Neste território triangular predominam as vertentes de forma suave, com raras exceções. As rochas graníticas dominam, predominando nestas o chamado granito de Braga de grão médio a fino. Encontram-se espalhados ao longo dos cursos de água vários depósitos do tipo aluvião, constituídos por areias, cascalho e depósitos argilosos largamente utilizados para a prática agrícola devido à sua aptidão. Quanto ao clima, dados da estação agro-meteorológica indicam que o clima é ameno (amplitude anual média de 13,5° C). Possui, no entanto, um Inverno rigoroso com temperatura mínima do mês mais frio inferior a 4°C. Existe ainda a probabilidade de ocorrência de geadas praticamente todo o ano, com exceção dos meses de Agosto e Setembro (Monteiro et al., 2005).

Para o cálculo do número de horas de frio foram contabilizadas o número de horas com temperaturas abaixo de 7.2°C a partir de 1 de Outubro de 2013 até 1 de Março de 2014. O número de horas de frio acumulado obtido para o distrito de Braga (tabela 1) no período de 1 de Outubro a 31 de Março foi de 1072.

*Quadro 1 - Número de horas de frio acumulado desde 1 de Outubro de 2013. Os valores indicados são valores cumulativos para a última data do referido mês. Fonte: IPMA.*

	2013			2014		
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
<b>Braga</b>	<b>23</b>	<b>244</b>	<b>560</b>	<b>729</b>	<b>905</b>	<b>1072</b>



## 3.2. Caracterização dos pomares

Neste estudo foram seleccionados cinco pomares em quatro locais distintos. Os pomares foram escolhidos de acordo com a sua localização (pomares relativamente próximos de forma a apresentarem condições climáticas semelhantes) e com as cultivares neles existentes (todos eles com novas cultivares introduzidas). Como é possível observar na figura 5 estes encontram-se no distrito de Braga na região de Amares, junto às margens do rio Homem e do rio Cávado.

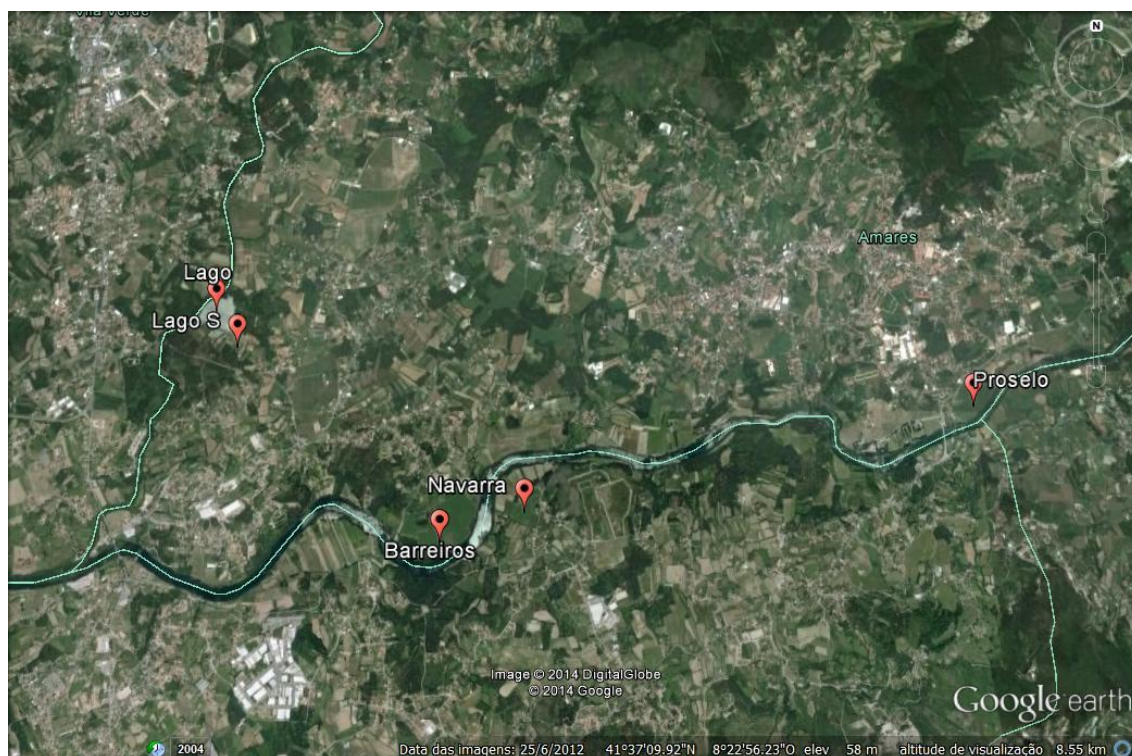


Figura 5 - Localização dos pomares.

### 3.2.1. Pomares

#### 3.2.1.1. Lago

O pomar é localizado na freguesia de Lago ( $41^{\circ}37'30.19''N$ ,  $8^{\circ}25'14.71''W$ ) situando-se na margem sul do rio Homem (Figura 5) com uma área total de 8,62 ha. A orientação da linha é N-S tendo o pomar, no entanto, algum pendor com a vertente exposta a norte. A cultivar produtiva é a cultivar Tsechelidis® sendo acompanhada pelas cultivares polinizadoras P1 e Chieftain, com as cultivares masculinas colocadas aleatoriamente no pomar. O método de condução é em pérgula com 1,85 m de altura, sendo as plantas colocadas em camalhão com revestimento em tela. A rega é gota a gota com distribuição dos fertilizantes na água de rega. Possui ainda um sistema de nebulização que permite o controlo da humidade relativa contribuindo para uma protecção contra a geada e para um melhor controlo de temperaturas extremas do Verão (figura 6).



*Figura 6 - Aspecto geral do pomar de Lago*

#### 3.2.1.2. Lago S

O pomar designado como Lago S ( $41^{\circ}37'20.96''N$ ,  $8^{\circ}25'5.88''W$ ) é um pequeno pomar (0,69 ha), junto ao pomar de Tsechelidis®, com a cultivar Soreli® e o seu polinizador Belén®. Caracteriza-se por uma área plana e bastante homogénea e orientado no sentido N-S. Partilha com o pomar anterior o modo de plantação, rega e sistema de condução (Figura 7).



*Figura 7 – Aspecto geral do pomar Lago S.*



### 3.2.1.3. Barreiros

É de todos os pomares amostrados o que tem a maior área (cerca de 19 ha), situado na freguesia de Barreiros (41°36'25.77"N, 8°23'46.50"W) junto à margem norte do rio Cávado (Figura 5). O pendor do terreno é praticamente nulo estando as linhas orientadas no sentido N-S. A cultivar produtiva é a cultivar Earligreen® sendo a polinizadora a cultivar Chieftain. O compasso é de 2 m na linha por 4,60 m de entrelinha. As plantas estão igualmente em camalhão, embora ao contrário dos restantes este não seja recoberto de tela. A rega é por aspersão com os fertilizantes a serem disponibilizados na água de rega (Figura 8).



*Figura 8 - Aspecto geral do pomar de barreiros*

### 3.2.1.4. Prozelo

Este pomar situa-se na freguesia de Prozelo, no concelho de amares (41°36'34.39"N, 8°23'15.27"W) possuindo uma área de 5.38 ha (Figura 5). As cultivares femininas (Hayward) e masculinas (Autari® e M56) são conduzidas em pérgula (linhas orientadas N-S). Neste caso o produtor escolheu colocar as cultivares masculinas intercaladas (Autari® em linhas Par e M56 em linhas impar). O compasso é de 2 m por 4,60 m (Figura 9). O pomar é relativamente homogéneo, composto por 2 “socalcos”, sendo os mesmos relativamente planos.



*Figura 9 - Aspecto geral do pomar de Prozelo*

#### 3.2.1.5. Navarra

O pomar de Navarra é um pomar recente, instalado na freguesia de Navarra (41°36'34.39"N, 8°23'15.27"W), no concelho de Braga com uma área de 4,85 ha. Situa-se na margem Sul do rio Cávado sendo um pomar com algum pendor ficando exposto a norte, embora as linhas tenham orientação N-S. A cultivar produtiva é a cultivar Hayward, enquanto as cultivares polinizadoras são a cultivar Chieftain e P1, com as cultivares masculinas aleatoriamente distribuídas. O compasso é de 2,30 m por 4,80 m (Figura 10).



*Figura 10 - Aspecto geral do Pomar de Navarra*

#### 3.2.2. Operações culturais

Das operações culturais mais importantes no cultivo do Kiwi destacam-se: podas, enrelvamento e controlo de infestantes, polinização complementar, tratamentos fitossanitários.

Uma vez em plena produção a poda do Kiwi pode ser dividida em dois tipos de poda: poda de Inverno e poda de Verão. A poda de Inverno, tal como o nome indica, é feita no Inverno (Janeiro/Fevereiro) aquando da dormência vegetativa da cultura e procura potenciar nas plantas femininas o seu correcto equilíbrio vegetativo. No entanto, devido às condições climáticas observadas no Inverno de 2013/2014 a poda de Inverno realizou-se em final de Fevereiro/início de Março, ficando concluída já muito próximo do abrolhamento da cultura. Já a poda de Verão visa principalmente potenciar a correcta distribuição dos fotoassimilados pelos frutos em formação. Esta consiste na desponta dos lançamentos mistos indeterminados a cerca de 5 a 6 folhas acima dos frutos, garantindo uma melhor distribuição dos fotoassimilados e ao mesmo tempo evita o embaraçamento dos lançamentos o que facilita a poda de Inverno. Nas cultivares masculinas a poda de Inverno consiste apenas no desembaraçar de lançamentos e evitar crescimentos excessivos sobre as plantas femininas. Este tipo de poda não visa o equilíbrio vegetativo/reprodutivo mas visa sim garantir o máximo possível de flores disponíveis. Já na poda de Verão, e uma vez que as plantas masculinas já cumpriram

o seu papel e estão desprovidas de flores, a poda é mais drástica cortando todos os lançamentos que cresçam sobre as fêmeas, evitando o ensombramento e o emaranhamento de lançamentos.

O enrelvamento é uma prática consolidada entre os produtores de Kiwi, sendo que o corte deste se dá, sensivelmente, quando as plantas do Kiwi entram em floração. Em teoria esta prática garante que os polinizadores procurem primeiramente a flor do Kiwi que possui a séria desvantagem, face às concorrentes, de não possuir nectários (Hopping, 1990).

O controlo de infestantes na linha do pomar é feito de formas bastante distintas. Nos pomares com camalhão revestidos com tela (Lago, Lago S e Navarra) o controlo de infestantes na linha não é necessário procedendo-se apenas ao corte do enrelvamento na entrelinha com o cortamato. No pomar de Barreiro, uma vez que os camalhões não têm revestimento, o controlo de infestantes na linha é feito totalmente com recurso a herbicida. Por fim, no pomar de Prozelo o controlo de infestantes é feito apenas com recurso ao corte das infestantes.

A polinização complementar (ou assistida) é uma metodologia que ganhou vários adeptos. Uma vez que, o peso do Kiwi está relacionado directamente com o seu conteúdo em sementes os produtores tentam que as flores femininas tenham pólen suficiente para garantir a correcta fertilização (Hennion et al., 2003; Testolin et al., 1995). Foi efectuada polinização complementar no pomar de Soreli® (Lago S) devido à pequena quantidade de machos presentes.

### **3.2.3. Cultivares**

#### **3.2.3.1. Cultivares Femininas**

##### **Earligreen®**

A cultivar Earligreen® (*Actinidia deliciosa*) é uma cultivar Italiana precoce seleccionada perto de Verona pela empresa “Azienda Agricola Bovo” obtida através de uma mutação do Hayward. É menos vigorosa que a cultivar Hayward e tem como principal vantagem comercial o facto de poder ser colhida 40-50 dias antes da cultivar Hayward. Como principal desvantagem é apontado o facto dos frutos em cada lançamento não maturarem todos ao mesmo tempo e com fraca capacidade de conservação (Testolin and Ferguson, 2009).

##### **Hayward**

A cultivar Hayward (*Actinidia deliciosa*) é ainda a cultivar de Kiwi com maior área e de cultivo mais difundido. Foi a primeira cultivar seleccionada (em 1924) na Nova Zelândia com um bom potencial produtivo.

O fruto é oval e a polpa é verde com grande quantidade de sementes. A epiderme é castanha-pardo recoberta com uma grande quantidade de tricomas.

O sucesso da cultivar Hayward deve-se ao seu aspecto e sabor agradáveis aliados a uma excelente capacidade de conservação.

O abrolhamento na 'Hayward' é normalmente no final de Fevereiro/Início de Março com a floração a ocorrer tipicamente em Maio. A colheita ocorre no final de Outubro, existindo algum perigo de quebra produtiva se a região for sujeita a geadas precoces (Ferguson and Seal, 2008; Hennion et al., 2003).

#### Tsechelidis®

A cultivar Tsechelidis® (*Actinidia deliciosa*) é uma cultivar grega de recente introdução e selecção. A cultivar proveio de uma selecção de plântulas provenientes de sementes de Hayward. De todas as plântulas foi a única a ser transplantada para um pomar onde entrou em produção em conjunto com o Hayward. Quando frutificou em 1994 as características dos frutos chamaram imediatamente a atenção, nomeadamente a sua dimensão. Subsequentes estudos nos 10 anos seguintes demonstraram que a cultivar era estável e geneticamente distinta da cultivar Hayward (Mavromatis, 2007; Sotiropoulos et al., 2009a).

O fruto é cilíndrico com grandes dimensões, apresentando pesos médios de 170/180g. Do ponto de vista organoléptico é mais ácido que a cultivar Hayward e tem uma boa capacidade de conservação (Sotiropoulos et al., 2009a, 2009b).

Segundo o seleccionador, devido às características do fruto e ao facto da planta ser mais fértil e mais certa do que a cultivar Hayward, o potencial produtivo da cultivar Tsechelidis® é o dobro do Hayward [URL 1].

#### Soreli®

A cultivar Soreli® (*Actinidia chinensis*) é uma cultivar tetraplóide seleccionada pela Universidade de Udine, Itália. É originária de um cruzamento de duas selecções de *Actinidia*, ambas originárias da China. O cruzamento desta cultivar protegida foi feito em 1997 e lançada para o mercado em 2008 (Testolin and Cipriani, 2010).

Segundo os seleccionadores esta é uma cultivar muito fértil e com inflorescências de flor única. Esta fertilidade acrescida providencia 30 a 50% mais produção.

O abrolhamento do Soreli® está reportado como sendo contemporâneo ao Hayward ou antecipando o mesmo nalguns dias. Ainda comparando com o Hayward, a floração é

antecipada sensivelmente 9 dias deste. No entanto, os seleccionadores indicam que é um dado muito variável dependendo da região e do ano. Em Udine, onde foi seleccionado, entra em floração em meados de Maio (Testolin and Cipriani, 2010).

O fruto desta cultivar é oval e longo, a epiderme é castanha-brilhante e a polpa tem um amarelo vivo. Os frutos atingem um peso médio de 100 g e, segundo os seleccionadores, são geralmente colhidos com um grau *brix* superior a 7%, possuindo um grau de aceitação geralmente equivalente ao Hayward e ligeiramente inferior ao do *Jintao*® (Testolin and Cipriani, 2010).

### **3.2.3.2. Cultivares masculinas**

#### **Autari®**

Cultivar masculina seleccionada na Universidade de Udine, Itália, considerada uma cultivar polinizadora superior para a cultivar Hayward, com uma boa sincronização fenológica para as condições Italianas (Testolin et al., 1995).

#### **Chieftain**

A cultivar Chieftain é uma cultivar polinizadora proveniente de uma selecção recente (anos 90) e criteriosa da popular *série M* de machos Neozelandesa. Caracteriza-se por possuir para as condições neozelandesas grande quantidade de flores e de pólen e bom sincronismo com a cultivar Hayward. Alguns ensaios neozelandeses apontam para uma melhoria do calibre dos frutos de Hayward quando fertilizados pela cultivar Chieftain (Hennion et al., 2003).

#### **M56**

É um dos machos mais popular da *série M* Neozelandesa, proveio de uma selecção nos anos 80 de plantas estaminadas com grande capacidade de floração e que coincidiam melhor com a cultivar Hayward (Ferguson et al., 1990).

#### **P1**

Segundo Testolin e Ferguson (2009) nos anos 70 foram introduzidos em Itália os polinizadores *Matua* e *Tomuri*, no entanto estudos subsequentes com Iso-enzimas descobriram que destas, apenas a cultivar *Matua* tinha sido realmente introduzida ao mesmo tempo que outros machos desconhecidos. Já nos anos 80 várias selecções de cultivares masculinas, com origem algo desconhecida, estavam a ser vendidas nos viveiristas, sendo que uma das mais populares foi a selecção P1. É ainda hoje uma das selecções de cultivares masculinas mais usadas em Itália acreditando-se possuir uma boa sincronização com as cultivares produtivas.

Belén®

A cultivar Belén® é uma cultivar masculina tetraplóide de *Actinidia chinensis* seleccionada para polinizador das cultivares femininas Jintao® e Soreli®. Originou-se, tal como a cultivar Soreli®, na Universidade de Udine em Itália. O cruzamento original deu-se em 1993, com a cultivar a ser lançada para o mercado em 2001. Considera-se que a floração está sincronizada para o Jintao® e Soreli® e que possui pólen com boa viabilidade (Finn and Clark, 2012).

### **3.3. Dados fenológicos**

#### **3.3.1. Colheita de dados**

Para a recolha dos dados fenológicos foram escolhidos em cada pomar seis blocos com sensivelmente vinte plantas. Posteriormente, de forma aleatória marcaram-se quatro plantas femininas e duas plantas masculinas da mesma cultivar por bloco. Para manter a homogeneidade não foram consideradas plantas em bordadura, nem plantas que permanecessem ensombradas por plantações florestais adjacentes. O número total de plantas femininas foi de vinte e quatro por pomar. Já em relação aos machos, devido à existência de duas cultivares de machos nos pomares de Lago, Navarra e Proselo o número total foi de seis machos por cultivar por pomar; por outro lado nos pomares de Lago S e Barreiro, uma vez que o pomar tem apenas uma cultivar de macho, o total de plantas masculinas amostrado por pomar foi de doze. Em cada árvore foram marcados quatro ramos (dois em cada lado da linha), nos quais como a como foram registados semanalmente os estados fenológicos. A medição dos estados fenológicos das plantas femininas teve início com o primeiro abrolhamento registado. Nas plantas masculinas, uma vez que era desejado ver apenas o sincronismo da floração em relação às plantas femininas, a medição dos estados fenológicos começou apenas aquando da primeira observação de botões florais nas fêmeas.



### 3.3.2. Escala fenológica

Para a observação dos estados fenológicos foi utilizada a escala BBCH (Meier, 2001) adaptada em 2009 por Salinero et al. para a cultura do Kiwi. Esta escala utiliza um esquema numérico de dois dígitos. O primeiro dígito corresponde a dez estados fenológicos principais, facilmente e claramente distinguíveis entre si. Enquanto o segundo dígito corresponde a um estado fenológico secundário podendo este ser caracterizado por um determinado desenvolvimento pontual atingido (p.e. primeira folha do lançamento separada) ou por uma percentagem gradual de desenvolvimento na qual o estado fenológico secundário é então correspondente a um décimo dessa percentagem (p.e. 10% do tamanho final do fruto). Para a Actinídea, Salinero et al. (2009) destaca as seguintes fases fenológicas principais (Escala completa no anexo I):

- 0 – Desenvolvimento do gomo
- 1 – Desenvolvimento foliar
- 3 – Desenvolvimento do lançamento
- 5 – Emergência das inflorescências
- 6 – Floração
- 7 – Desenvolvimento do Fruto
- 8 – Maturação
- 9 – Senescência

Uma vez que a escala fenológica transformada por Salinero et al. (2009) foi adaptada para as cultivares femininas, a escala masculina teve que ser adaptada seguindo os mesmos critérios utilizados na escala de Salinero et al. (2009). A única adaptação necessária é aquando da floração, sendo adaptados os estados 67, 68 e 69. No anexo I é possível constatar que Salinero et al. (2009) considera o estado de desenvolvimento 67 como: “primeiras pétalas a desvanecer e/ou caírem. Alguns pistilos férteis”; para as cultivares masculinas deverá ler-se o estado 67 como “Primeiras pétalas a desvanecer e/ou caírem. Alguns estames com pólen disponível”. Da mesma forma, o estado 68 é para as cultivares femininas: “Maioria das pétalas caídas ou secas. Todos os pistilos secos e inférteis”; deverá ler-se para as cultivares masculinas como: “Maioria das pétalas caídas ou secas. Estames secos e sem pólen visível disponível”. Por fim no estado fenológico 69 na escala fenológica de Salinero et al. (2009) é: “fim da floração. Frutos já visíveis”; na escala adaptada para as cultivares masculinas deverá ler-se: “Fim da floração. Flores masculinas secas e/ou caídas”. Está representada no anexo II a escala masculina completa adaptada para este estudo.

### 3.3.3. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico da fenologia consistiu na elaboração das frequências que cada estágio fenológico (principal e secundário) atingia em cada semana, por bloco, pomar e cultivar. No entanto, após observação inicial dos dados resolveu-se abandonar o factor bloco. Esta decisão deveu-se fundamentalmente à extensão dos resultados (onde poderia existir excesso de detalhe) e à inexistência de grandes diferenças fenológicas entre blocos. De igual forma, uma vez que o estudo tinha objectivos muito específicos (nomeadamente estudar o sincronismo da floração entre cultivares masculinas e femininas) decidiu-se agrupar estádios em classes, para diminuir o detalhe e agrupar fenofases pouco importantes (para o estudo), bem como dar ênfase a fenofases mais importantes. Assim, as classes definidas não foram escolhidas ao acaso, nem contêm todas o mesmo número de estádios de desenvolvimento. Foram assim escolhidos os seguintes agrupamentos de estádios fenológicos:

**[01-02] Intumescimento do gomo:** Este estágio agrupou 2 estádios secundários onde ainda não se observavam tricomas (gomo de algodão).

**[03-06] Gomo de algodão:** Este estágio agrupou diferentes níveis de desenvolvimento do estágio comumente designado “gomo de algodão”.

**[07-09] Início do abrolhamento:** agrupa os estádios correspondentes ao início do abrolhamento, comumente designados de “ponta verde”.

**[10-11] Primeiras folhas separadas:** Agrupa o estágio em que existem efectivamente folhas separadas. Foi dado ênfase a estes 2 estádios face aos restantes estádios do desenvolvimento das folhas devido à fragilidade que o rebento apresenta nestes estádios (sensibilidade acrescida às geadas e à herbívoros)

**[12-14] Desenvolvimento das primeiras 4 folhas**

**[15-19] Desenvolvimento de 5 a 9 folhas**

**[51-53] Início do desenvolvimento das inflorescências:** agrupa os estádios mais insipientes do desenvolvimento das inflorescências. Não existe ainda qualquer abertura das sépalas

**[54-57] Abertura das sépalas:** Começa a abertura das sépalas, a partir deste estágio o desenvolvimento floral começa a ser mais rápido e intenso.

**[57-59] Abertura da primeira flor:** Agrupam-se aqui os estádios correspondentes à abertura da primeira flor (ex: Abertura das primeiras pétalas, e estágio de “balão”).

**[60-63] Abertura das primeiras flores:** agrupam-se aqui os estádios correspondentes à primeira flor aberta até a 30% das flores abertas. Escolheu-se agrupar estes 3 estádios secundários já que praticamente todos correspondiam ao estágio 60 (primeira flor aberta). Na verdade, a espécie não possui um número muito elevado de flores por gomo que justifique uma divisão tão grande entre percentagens, conforme será possível depois observar pelos resultados do índice de fertilidade.

**[64-67] Plena floração:** Corresponde aos estádios em que a maior parte das flores está aberta e viável

**[68-69] Fim da floração:** Agrupa os estádios em que as flores já não estão viáveis nem para fornecer pólen (caso das cultivares masculinas), nem para o receber (caso das cultivares femininas).

Após esta divisão em classes voltou-se a calcular as frequências dos estádios. De seguida construíram-se diagramas de fenofases. Apenas os estádios fenológicos que reuniam uma frequência superior a 10% foram incluídos nos diagramas de fenofase. Assim garantem-se que não são reportados *outliers*, sem significado para a população. De igual forma, as frequências foram feitas apenas sobre os gomos que efectivamente abrolharam, ignorando-se os gomos não abrolhados e os que, entretanto, abortaram no decorrer das observações. Foram essencialmente feitos dois tipos de diagramas de fenofases. Diagramas comparativos entre cultivares do mesmo sexo e diagramas que cruzavam as cultivares femininas versus as cultivares masculinas. Assim, no primeiro caso, para as cultivares femininas foram feitos diagramas que as comparam entre si, incluindo as fenofases correspondentes ao desenvolvimento vegetativo (estádios 1 e 2). Para as cultivares masculinas reportaram-se apenas os estádios de desenvolvimento correspondentes ao desenvolvimento reprodutivo (Portanto, as frequências incidem apenas sobre os gomos que abrolharam e produziram flor). Para tornar a comparação entre cultivares masculinas e femininas possível foi necessário transformar as frequências equivalentes ao desenvolvimento reprodutivo das cultivares femininas, para que incidissem apenas sobre os gomos que abrolharam e produziram flor.

Por fim, para perceber se o desenvolvimento fenológico é maioritariamente afectado por factores genéticos, ou se pelo contrário é maioritariamente afectado por factores de natureza local (microclimáticos ou característicos do pomar), comparou-se as cultivares existentes por pomar. Assim, se as cultivares (femininas e masculinas) responderem exactamente do mesmo modo nos vários pomares onde se encontram podemos afirmar com alguma certeza que a influência do factor pomar é negligenciável. Por outro lado, se responderem de forma distinta nos diferentes pomares podemos afirmar que são os factores inerentes ao pomar que afectam directamente a fenologia.

### **3.4. Viabilidade da germinação do grão de pólen**

#### **3.4.1. Recolha do material.**

Para o estudo da viabilidade germinativa do grão de pólen foram recolhidas no campo dez flores por planta masculina marcada por pomar (cinco de cada lado da árvore) quando a cultura atingiu o estado fenológico 65 (plena floração). Tentou-se, sempre que possível, recolher as mesmas no seu pleno, ou seja, quando a flor está em campânula com as anteras com o máximo pólen disponível. As flores foram imediatamente colocadas numa caixa térmica e posteriormente transportadas para o laboratório. No laboratório repartiram-se as flores em três replicados por pomar. Esta homogeneização foi feita com o objectivo de avaliar a capacidade germinativa do pólen disponível no pomar. Para a colheita do pólen foram utilizadas zaragatoas estéreis (uma para cada replica) com as quais foram friccionadas todas

as anteras sendo depois sacudidas em ambiente estéril sobre as placas de Petri com o meio de cultura. Para estabelecer um termo de comparação e garantir o cumprimento das condições de germinação foram ainda inoculadas da mesma forma três placas de Petri com pólen comercial congelado com reconhecida capacidade germinativa. Depois de inoculado o meio de cultura foi incubado *overnight* em estufa a 23º coberto com película plástica para evitar desidratação.

### 3.4.2. Preparação do meio

A preparação do meio para a germinação do grão de pólen segue o método de Pickert (1988) com ligeiras alterações. Assim para a preparação de 100 ml de meio têm que ser pesados:

- 1 g bactoagar
- 20 g de sacarose
- 8 mg de ácido bórico
- 0,02 g de sulfato de magnésio com 7 moléculas de água
- 0,01 g de nitrato de potássio
- 0,02 g de cloreto de cálcio

A concentração de agar final é de 1%, devendo ficar o meio com um aspecto semilíquido. Uma vez pesados são dissolvidos em água destilada a quente. O meio é depois distribuído por placas de Petri de 90 mm em camara de fluxo, ficando então a arrefecer até à inoculação.

### 3.4.3. Observação da germinação e viabilidade do grão de pólen.

Uma vez concluída a incubação foram observadas as placas de Petri ao microscópio óptico tendo sido observados seis campos visuais seleccionados ao acaso. Nesses campos visuais foram contabilizados o total de grãos de pólen e o número de grãos de pólen germinados (com tubo polínico visível). Desta forma, é possível ter uma estimativa da viabilidade dos grãos de pólen através do cálculo da percentagem de grãos germinados.

$$\text{grãos germinados (\%)} = \frac{\text{Número de grãos de pólen germinados}}{\text{Número de grãos de pólen total}} \times 100$$

Após esta observação inicial foram depois medidos aleatoriamente os tubos polínicos de trinta grãos de pólen com o auxílio de uma ocular graduada, de forma a comparar o vigor germinativo dos mesmos.

### 3.4.4. Tratamento estatístico

#### *Viabilidade germinativa:*

Uma vez que, devido às circunstâncias, o delineamento experimental não é um delineamento factorial fez-se inicialmente uma avaliação ao potencial efeito que os pomares poderão ter na germinação do pólen da cultivar e aos efeitos da interacção entre o factor cultivar e pomar. Este efeito foi verificado através de um teste ANOVA factorial com interacção de factores para a cultivar Chieftain e P1 e para os pomares Lago e Navarra, já que estas cultivares se encontram nestes dois pomares e o delineamento é perfeitamente equilibrado.

O teste ANOVA indicou que não existem diferenças significativas (para um  $P \geq 0,05$ ) entre estas duas cultivares. Indica também (para o mesmo nível de significância) que não há diferenças significativas entre pomares e que não existem efeitos de interacção entre os 2 factores. Uma análise aos pressupostos do modelo demonstra que existem alguns desvios à normalidade dos resíduos (Figura 4 do Anexo III) e um teste de Bartlett à hipótese de homogeneidade de variâncias indica que se rejeita a hipótese de homogeneidade de variâncias (Figura 2 do Anexo III). Uma vez que há violações aos pressupostos do modelo decidiu-se então transformar a variável dependente. A transformação típica para variáveis do tipo razão é a transformação com arco-seno da raiz-quadrada da razão. Foi depois ajustada o modelo ANOVA para esta nova variável resultante da transformação. No entanto, embora os resíduos sejam normalizados pela transformação, continuaram a existir desvios aos pressupostos da homogeneidade de variâncias. Harwell et al. (1992), indica que para delineamentos equilibrados em que o rácio entre a maior e a menor variância sejam baixos o teste F não é seriamente afectado. No entanto o rácio entre a maior e a menor variância para os dados transformados é de 3,78, aumentando a possibilidade de erros associados ao teste F da ANOVA. Embora, segundo os mesmos autores o aumento de probabilidade de erro do tipo I seja cerca de 1,5%. Ainda assim, mesmo o teste não tendo encontrado qualquer diferença estatística entre os factores, considerou-se que o teste poderá não ser completamente fiável neste caso. Uma vez que não existem alternativas para uma ANOVA a 2 factores com interacção, decidiu-se ajustar duas ANOVAs de Welch a um factor para tentar fornecer maior segurança ao teste efectuado anteriormente. Este teste estatístico é equivalente à ANOVA clássica a um factor, não sendo, no entanto, sensível à heterogeneidade de variâncias. Estes dois testes confirmaram mais uma vez que não há qualquer diferença significativa entre os dois pomares e as duas cultivares.

Assim com maior segurança partiu-se para a análise do efeito da cultivar na viabilidade germinativa do grão de pólen. Foi então ajustado um modelo ANOVA a um factor para as 4 cultivares. O teste indicou que existem diferenças muito significativas entre cultivares (Figura

5 – Anexo III). Um pós-teste de Tukey agrupou as cultivares duas a duas. Os pares Chieftain-P1 e Autari®-M56 são iguais entre si, mas possuem médias significativamente diferentes entre pares (Figura 7 do Anexo III). Estas diferenças eram já de certa forma expectáveis na análise visual da Figura 24-A2. No entanto, a análise aos pressupostos do modelo encontrou violações ao pressuposto da homogeneidade de variâncias (Figura 6 – Anexo III). Vários autores referem que o modelo ANOVA é robusto a desvios ao pressuposto da normalidade (Glass et al., 1972; Harwell et al., 1992; Schmider et al., 2010), o mesmo não se poderá dizer, no entanto, para a violação do pressuposto da homogeneidade de variâncias, já que num delineamento desequilibrado uma violação deste pressuposto poderá ter impacto significativo na estatística F do teste (Glass et al., 1972; Harwell et al., 1992). Embora seja admissível que a ANOVA se encontra correcta (corroborado pela análise visual da figura 24-A2) partiu-se para a elaboração de uma ANOVA de Welch. Este novo Modelo (Figura 11 do Anexo III) indica mais uma vez diferenças muito significativas entre as cultivares (com *p-value* próximo de 0), indo ao encontro do modelo ANOVA anterior. Uma avaliação aos pressupostos da ANOVA demonstra que não há violações graves ao pressuposto da normalidade dos erros aleatórios, nem ao pressuposto da homogeneidade de variâncias, confirmando-se a robustez do modelo. Um pós-teste de Games-Howell (Figura 12 do Anexo III) confirma o agrupamento de médias já anteriormente encontradas. Este pós-teste tem a vantagem em relação ao pós-teste de Tukey, não assumir a homogeneidade de variâncias e ser robusto mesmo quando existem diferente número de observações entre grupos (Games and Howell, 1976; Rusticus and Lovato, 2014).

Uma vez que os dados não transformados apresentam distribuições com desvio à normalidade foram representados na secção 4.4.1, as medianas com a respectiva amplitude interquartil (Q1-Q3)

Os testes estatísticos foram efectuados no *software* estatístico R, com as “packages”: “plyr”, “agricolae”, “userfriendlyscience” e “ggplot2” (de Mendiburu, 2015; Peters, 2016; R Core Team, 2016; Wickham, 2011, 2009).

### ***Vigor germinativo:***

Tal como indicado anteriormente, a inexistência de pomares com as mesmas cultivares, obrigou ao estudo do factor pomar apenas para as cultivares Chieftain e P1. Assim, com base nestas cultivares será possível inferir se é provável a existência de efeitos do pomar e de interacção do Pomar/Cultivar no vigor germinativo. Ajustou-se, portanto, uma ANOVA factorial, com 2 factores (Cultivar e Pomar) e interacção entre estes 2. Esta ANOVA (Figura 13 – Anexo III) indica não existirem efeitos de interacção, nem efeito do factor pomar no vigor germinativo para estas duas cultivares. Em relação a diferenças entre cultivares indica que é

possível existirem diferenças entre estas ( $p\text{-value} = 0,0548$ ). Contudo, ao verificar o cumprimento dos pressupostos do modelo ANOVA, verificou-se que existiam desvios grandes ao pressuposto da normalidade dos resíduos, conforme se confirma pelo gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade (Figura 16 – Anexo III). De facto, olhando para o histograma e gráfico da densidade dos resíduos (Figura 17 e 18 do Anexo III, respectivamente) é possível verificar que existe uma assimetria dos resíduos. Embora alguns autores indiquem que mesmo quando existem violações graves ao pressuposto da normalidade o teste F mantém-se robusto (quer no poder, quer na probabilidade da existência de erros do tipo I), resolveu-se partir para outra aproximação que permita confirmar os resultados da primeira ANOVA já que o desvio ao pressuposto da normalidade é largamente violado (Glass et al., 1972; Harwell et al., 1992; Schmider et al., 2010). Uma vez que não existem testes não-paramétricos equivalentes a uma ANOVA factorial com interacção, resolveu-se transformar o comprimento do tubo polínico. A transformação que resultou numa melhor “normalização” dos resíduos foi a transformação com o logaritmo de base natural. Após a logaritmação da variável ajustou-se um novo modelo ANOVA factorial que indicou novamente a inexistência de efeitos do factor Pomar e do factor de interacção, encontrando, no entanto, desta vez efeitos muito significativos ( $p\text{-value} = 0,00252$ ) do factor cultivar no logaritmo do comprimento do tubo polínico. Voltaram-se a verificar os pressupostos do modelo e observou-se que o pressuposto da normalidade estava cumprido (Figura 22 – Anexo III). No entanto, o teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias indicou que existia uma provável violação deste pressuposto ( $p\text{-value} = 0,02953$ ). De facto, verificando-se o gráfico dos resíduos versus valores ajustados (Figura 21 – Anexo III) consegue-se observar alguma heterogeneidade de variâncias. No entanto, segundo Harwell et al. (1992), para delineamentos equilibrados (como é o caso deste delineamento) e para casos em que o rácio entre a maior e a menor variância sejam baixos (o rácio entre a maior e menor variância neste delineamento é de apenas 1,65) o teste F não é seriamente afectado. De facto, os mesmos autores indicam que para um rácio entre 1 e 2, há apenas um aumento de 0,6% na probabilidade da existência de um erro do tipo I quando comparado com o mesmo teste com variâncias iguais. Já o efeito da heterogeneidade de variância no poder do teste detectar diferenças também é negligenciável (Glass et al., 1972; Harwell et al., 1992). Assim, aceitou-se que o modelo ANOVA ajustado com o logaritmo do comprimento do tubo polínico como válido com as devidas reservas já anteriormente indicadas e que confirma o primeiro modelo ANOVA ajustado.

Uma vez que não foram detectadas diferenças entre Pomares e efeitos de interacção entre Pomar/Cultivar, partiu-se para um ajustamento de um modelo ANOVA a um factor para todas as cultivares. Este modelo (Figura 25 – Anexo III) indicou a existência de efeito muito

significativo do factor cultivar no vigor germinativo do grão de pólen. Porém, aquando da verificação dos pressupostos do modelo ANOVA, observou-se que há alguma heterogeneidade de variâncias (Figura 26 e 27 – Anexo III) e forte desvio à normalidade dos resíduos (Figura 28 – Anexo III). Com um delineamento desequilibrado e com os dois pressupostos violados há uma seria probabilidade de um erro do tipo I. Não se optou por um teste não paramétrico (como a ANOVA de Kruskal-Wallis) já que tal como indica Lix et al. (1996), os testes não-paramétricos têm menor poder para encontrar diferenças e a ANOVA de Kruskal-Wallis, embora não sensível aos efeitos da não-normalidade, é sensível à heterogeneidade de variâncias. De igual forma, não se escolheu a ANOVA de Welch, já que embora não seja sensível à heterogeneidade de variâncias, é altamente sensível à não-normalidade, especialmente para delineamentos desequilibrados com grande assimetria na distribuição dos resíduos (Harwell et al., 1992). Desta forma, embora os resultados da ANOVA a um factor sejam extremamente significativos, para confirmar a primeira ANOVA foi transformada a variável dependente através do logaritmo de base natural. O modelo ANOVA com a variável transformada indicou a existência de diferenças muito significativas entre cultivares para o logaritmo do comprimento. Em relação aos pressupostos é possível verificar que deixou de existir o problema da não normalidade dos resíduos (Figura 33, 34 e 35 – Anexo III), existindo ainda, no entanto o problema da heterogeneidade de variâncias, embora em menor proporção do que o anteriormente encontrado (Figura 31 e 32). De facto, a proporção entre a maior variância e a menor é de cerca de 1,45, sendo que era possível, com as devidas reservas considerar o modelo ANOVA ajustado como válido. Mas uma vez que foi resolvido o problema da não normalidade e existem alternativas que não tomam em consideração a homogeneidade de variâncias (ANOVA de Welch), resolveu-se ajustar um novo modelo para confirmação. Assim, ajustou-se uma ANOVA de Welch (que indicou, sem surpresas, grandes diferenças entre cultivares) com um pós-teste de Games-Howell (Figura 37 e 38 – Anexo III, respectivamente).

Tal como anteriormente, uma vez que os dados não transformados apresentam distribuições com desvio à normalidade foram representados na secção 4.4.2, as medianas com a respectiva amplitude interquartil (Q1-Q3).

Os testes estatísticos foram efectuados no *software* estatístico R, com as “packages”: “plyr”, “agricolae”, “userfriendlyscience” e “ggplot2” (de Mendiburu, 2015; Peters, 2016; R Core Team, 2016; Wickham, 2011, 2009).



### 3.5. Índices Fisiológicos

Para a elaboração dos índices fisiológicos foi adaptada a metodologia usada em Salinero e Lema (1999) sendo contabilizados todos os ramos em que foi observada a fenologia.

#### 3.5.1. Índice de abrolhamento (IA)

O índice de abrolhamento fornece-nos uma percentagem abrolhamento dos gomos de um determinado ramo. Considera-se que o índice de abrolhamento é afectado pelo número de horas de frio que a cultura esteve sujeita durante o período de dormência invernal (Campoy et al., 2011). O índice de abrolhamento foi calculado segundo a seguinte fórmula:

$$IA = \frac{\text{Número de gomos abrolhados}}{\text{Número total de gomos}} \times 100$$

#### 3.5.2. Índice de abrolhamento fértil (IAF)

Tal como o nome indica o índice de abrolhamento fértil indica a percentagem de gomos abrolhados que efectivamente produziram flores e frutos. Para além dos factores genéticos, existem vários factores que afectam este índice tal como a alternância, a exposição solar e o angulo de inserção do ramo em relação ao eixo, o número de horas de frio e a existência de temperaturas baixas ao abrolhamento que danifiquem os gomos florais. No entanto, considera-se que a alternância e o angulo de inserção não são fundamentais uma vez que nos pomares comerciais há um cuidado acrescido em proporcionar o correcto equilíbrio vegetativo à cultura e uma vez que o sistema de condução é o mesmo para todos os pomares, o angulo de inserção em relação ao eixo é em teoria o ideal. O índice de abrolhamento fértil foi calculado segundo a seguinte formula:

$$IAF = \frac{\text{Número de gomos abrolhados com frutos}}{\text{Número de gomos}} \times 100$$

#### 3.5.3. Índice de fertilidade (IF)

Para obter uma indicação do número médio de frutos produzido por um determinado ramo fértil é utilizado o índice de fertilidade. O índice de fertilidade é afectado especialmente por factores genéticos, mas é também influenciado pelos mesmos factores do IAF. Sendo os que se destacam a existência de temperaturas baixas no abrolhamento que danifiquem os gomos florais e a exposição solar dos gomos. O índice de fertilidade foi calculado segundo a seguinte formula:

$$IF = \frac{\text{Número de frutos}}{\text{Número de gomos abrolhados com frutos}}$$

#### 3.5.4. Tratamento estatístico

Devido ao delineamento experimental utilizado, foram analisados os 3 factores que poderiam influenciar os índices fisiológicos: Factor Cultivar, Factor Pomar, Factor bloco. Embora conceptualmente o delineamento fosse equilibrado para o factor Pomar e Blocos, ou seja, existiria em cada bloco o mesmo número de plantas (4 plantas) e em cada pomar o mesmo número de blocos (6 blocos), na realidade devido à existência de plantas infectadas pela PSA foi necessário remover posteriormente as plantas infectadas. Este imperativo imposto pela realidade resultou num delineamento experimental desequilibrado.

Para investigar se existiam efeitos para o factor bloco foi ajustado um teste ANOVA do tipo hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor pomar para os 3 índices. O teste indicou não existir qualquer efeito do factor bloco (para um  $\alpha < 0.05$ ) para os 3 índices. Para verificar o cumprimento dos pressupostos da ANOVA foram efectuados testes de Bartlett para observar o cumprimento do pressuposto da homogeneidade de variâncias e observados os gráficos dos resíduos para verificar a sua distribuição. O gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade demonstra alguns desvios a este pressuposto, no entanto uma vez que estes desvios correspondem a poucas observações e se encontram maioritariamente numa das caudas não se considerou um desvio grave ao pressuposto da ANOVA. De facto, vários autores indicam que a ANOVA é relativamente robusta a desvios aos pressupostos (Glass et al., 1972; Schmider et al., 2010). No 2.1., do Anexo III – Análises estatísticas, é possível observar com mais detalhe a análise ANOVA efectuada, bem como a análise efectuada aos seus pressupostos.

Para o factor Pomar, e uma vez que devido à inexistência de pomares suficientes para esta análise para todas as cultivares, estudou-se o seu efeito na única cultivar em que foram observados mais do que um pomar: cultivar Hayward. Ajustou-se um modelo ANOVA hierarquizado com o factor bloco subordinado ao factor pomar. Foram encontradas diferenças muito significativas entre os 2 pomares para os 3 índices. O modelo ajustado foi considerado fidedigno já que os pressupostos do modelo são cumpridos, conforme é possível observar na secção 2.2. do Anexo III.

Uma vez que se observaram diferenças significativas entre pomares para a cultivar Hayward, escolheu-se não uniformizar este nível e ajustar uma ANOVA hierarquizada com o factor pomar subordinado ao factor cultivar, muito embora apenas a cultivar Hayward possua 2 níveis. Na análise estatística do IAF foi necessário remover 3 observações “outliers” que poderiam interferir com a análise. Eram observações com valores muito próximas de 0, que embora verdadeiras podem influenciar em demasia a variância e assim influenciar o teste F do modelo ANOVA. Estes “outliers” foram os 3 observados na cultivar Hayward (2 no pomar

de Prozelos e 1 no pomar de Navarra). Para a verificação dos pressupostos do modelo efectuou-se um teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias e analisaram-se os gráficos dos resíduos do modelo. Com base nesta análise o modelo considerou-se fidedigno. Para detectar diferenças entre os níveis dos factores foi efectuado um pós-teste de Tukey, considerando-se as diferenças significativas para um  $\alpha = 0,05$ . O modelo completo, os pós testes efectuados, bem como a análise aos seus pressupostos é possível observar no 2.3 do Anexo III – Análises Estatísticas.

Na secção 4.3. são indicados, sempre que não exista indicação contrária, média  $\pm$  desvio-padrão.

A estatística foi efectuada no *software* estatístico R, com as “packages”: “plyr”, “agricolae” e “ggplot2” (de Mendiburu, 2015; R Core Team, 2016; Wickham, 2011, 2009).

## 4. Resultados

### 4.1. Desenvolvimento fenológico

#### 4.1.1. Desenvolvimento fenológico das cultivares femininas

O desenvolvimento fenológico ocorreu com cadências distintas entre cultivares femininas. Assim, observando a figura 11, é possível determinar que no geral as cultivares com desenvolvimento fenológico mais precoce são as cultivares Soreli® (com abrolhamento, desenvolvimento foliar e reprodução mais precoces que todas as cultivares de *A. deliciosa*) e a cultivar Tsechelidis® (cerca de uma semana mais precoce que as suas congêneres).

Em relação ao abrolhamento (estádio 0) é possível observar que a cultivar mais precoce é a cultivar Soreli® (Figura 11). O início do abrolhamento poderá ter-se dado algumas semanas antes das cultivares de *A. deliciosa*. De facto, aquando do início das observações (21-03), esta cultivar tinha já entre 25-50% dos gomos com 2 a 4 folhas separadas. No entanto, é possível observar igualmente que possuía ainda uma quantidade significativa de gomos em estádios de desenvolvimento insipientes. Observa-se um escalonamento no abrolhamento, com estádios de desenvolvimento avançados a coexistirem em simultâneo com estádios de desenvolvimento mais insipientes (Figura 11). Já das cultivares de *A. deliciosa* observa-se que a cultivar com abrolhamento mais precoce é a cultivar Tsechelidis® (Figura 11). Na primeira semana de observação tem já 10-25% de gomos abrolhados nos estádios [10-11] e 25-50% dos gomos no início do abrolhamento [07-09]. As cultivares Hayward e Earligreen® são as que possuem um abrolhamento mais tardio (Figura 11). No início das observações nenhuma das duas possuía gomos efectivamente abrolhados (estádios [10-11]) ao contrário das descritas anteriormente. A cultivar Earligreen® aparenta ser mais tardia que a cultivar Hayward, já que na observação inicial mais entre 50 e 75% dos gomos encontravam-se num estágio de desenvolvimento insipiente (estádios [01-02]) (Figura 11). É ainda de ressaltar que em todas as cultivares a partir de 04-04 há ainda uma percentagem elevada de gomos nos estádios [01-02] (Figura 11). Esta percentagem manteve-se praticamente inalterada até ao final das observações.

Quanto ao desenvolvimento foliar (estádio 1), observa-se que é igualmente a cultivar Soreli® que se apresenta mais precoce (Figura 11). Tal como observado anteriormente, no dia 21-03 possuía já 25 a 50% dos gomos com 2 a 4 folhas separadas. Observa-se um escalonamento do desenvolvimento das folhas com estádios avançados de desenvolvimento a ocorrerem paralelamente com estádios de mais baixo desenvolvimento (Figura 11). O desenvolvimento foliar mais importante (até 9 folhas separadas) fica concluído a 11-04 para esta cultivar. A partir desta data, as percentagens mantêm-se praticamente inalteradas, indicando que a

maior parte dos gomos abrolhados chegou ao estágio de desenvolvimento mais avançado (Figura 11). Já das cultivares de *A. deliciosa* a cultivar Tsechelidis® iniciou o desenvolvimento foliar cerca de uma semana mais cedo que as restantes cultivares (Figura 11). No entanto, é possível observar que é apenas a 24-04 que esta cultivar termina o abrolhamento e desenvolvimento das características foliares analisadas, já que é possível verificar que existiu um aumento nas percentagens de gomos nos estádios de desenvolvimento [15-19]. Já a cultivar Hayward e Earligreen® abrolharam completamente mais cedo, mantendo-se as percentagens de gomos inalteradas sensivelmente a partir de 11-04 (Figura 11).

O desenvolvimento dos estádios fenológicos reprodutivos, estágio principal 5 e 6, no geral ocorreram mais precocemente na cultivar Soreli®. Nesta cultivar o desenvolvimento dos gomos florais iniciou-se a 21-03 e abertura das flores ocorreu a 18-04 (Figura 11). É observável ainda que de todas as cultivares, a cultivar Soreli® é a que apresenta a floração com maior escalonamento (Figura 11). Para as cultivares de *A. deliciosa*, a par do que ocorreu no restante desenvolvimento, o desenvolvimento das características reprodutivas deu-se mais precocemente na cultivar Tsechelidis® (cerca de 1 semana mais cedo que as restantes) (Figura 11).

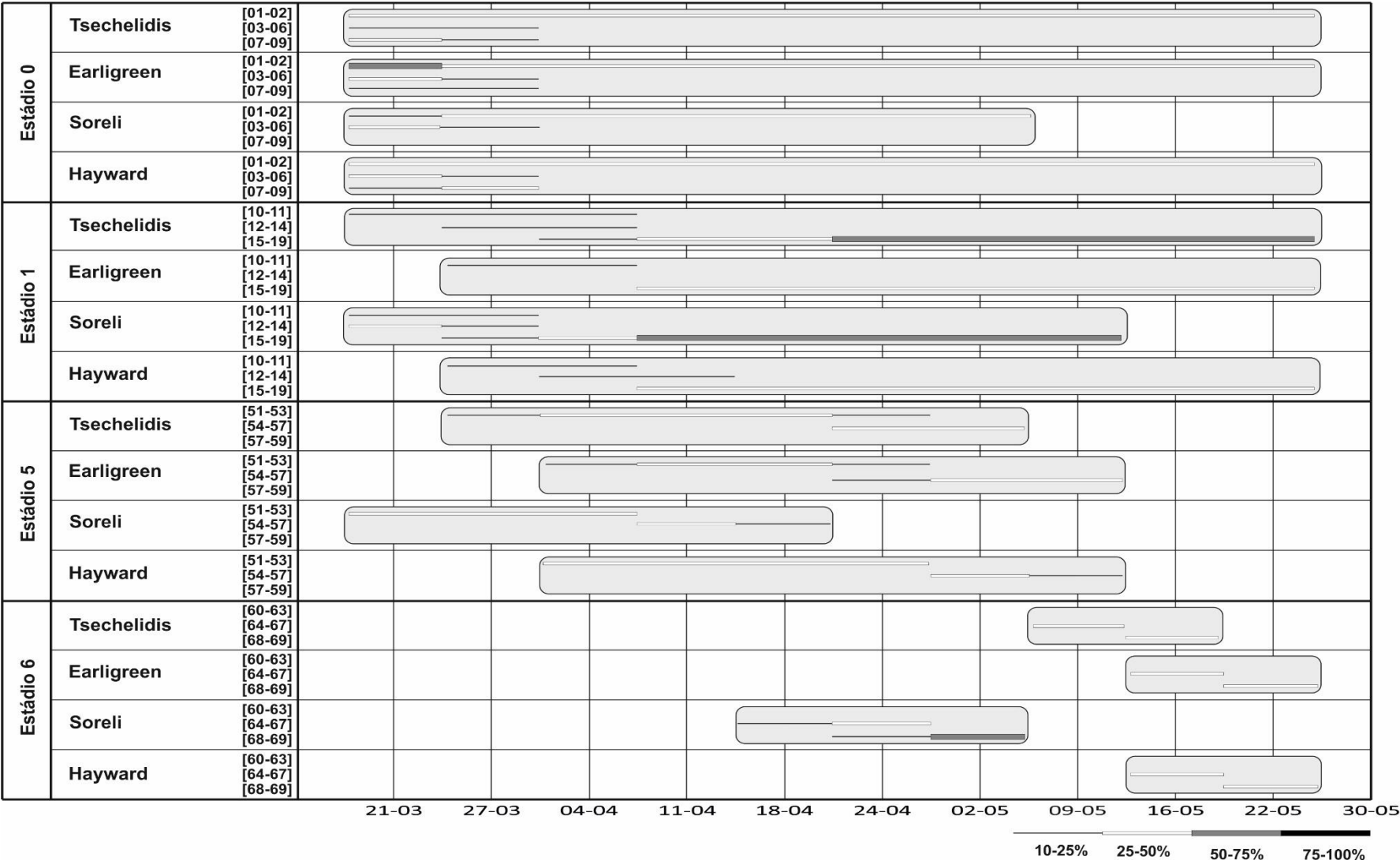


Figura 11 - Diagrama de fenofases das cultivares femininas de actinídea

#### 4.1.2. Desenvolvimento fenológico das cultivares masculinas

Uma vez que a recolha de estádios fenológicos para as cultivares masculinas só se iniciou aquando da floração das cultivares femininas não foi possível descrever o estágio principal 5 (desenvolvimento das inflorescências) no seu total. Assim, para este estágio encontra-se apenas a proporção de gomos aquando do início do registo. A cultivar Belén® (*A. chinensis*) apresenta-se como a cultivar masculina mais precoce (Figura 12). No dia 24/04 apresentava já flores abertas, com pólen disponível. Já as cultivares Autari® e M56 (*A. deliciosa*) foram as mais tardias. Estas cultivares apresentaram flores abertas apenas no dia 16-05 (Figura 12). Quanto à duração do estágio 6 (Floração) é também observável que a cultivar Belén® apresentou durante mais tempo flores com pólen disponível, possuindo uma floração mais escalonada. As cultivares Autari® e M56 foram as que apresentaram menor duração da floração (estádio 6), sendo que a floração foi mais concentrada num período específico (Figura 12). Embora algumas cultivares apresentem para os estádios principais datas similares, observa-se que a proporção de estádios fenológicos secundários é variável. Observa-se que a cultivar Autari® foi a cultivar que apresentou os estádios fenológicos mais concentrados, não existindo dispersão entre estádios secundários. Já a cultivar Belén®, foi a que apresentou maior dispersão entre estádios fenológicos secundários, confirmando-se de facto um maior escalonamento da floração (Figura 12).

Em relação aos picos de floração para as cultivares de *A. deliciosa*, observa-se que a cultivar Autari® e M56 apresentaram um pico muito concentrado de floração na semana do dia 16-05 (Figura 12). As cultivares Chieftain e P1 apresentaram também o pico de floração na semana do dia 16-05, no entanto apresentaram flores abertas na semana anterior, podendo se considerar que a floração é menos concentrada (Figura 12). A cultivar P1 apresentou ainda maior escalonamento na floração em relação à cultivar Chieftain, com uma percentagem considerável de flores já no estágio 60-63 e 64-67 na semana de 9-05, enquanto na semana seguinte apresentava já algumas flores sem pólen disponível (Figura 12).

Nos 3 pomares amostrados para a cultivar Chieftain, observa-se que no pomar de barreiros a floração (estádio 6) ocorre mais tarde (figura 13). Neste pomar a floração ocorre apenas na semana de 16-05 e apresenta uma duração mais curta (encontra-se mais concentrada), comprovado pelo facto de mais de 75% dos gomos se encontrarem no estágio 63-67 nesta semana, sem qualquer dispersão entre outros estádios secundários (Figura 13). Significando que o pólen esteve disponível em maior quantidade apenas nesta semana. Já para o pomar de Lago e Navarra, a floração começa na semana de 9-05. O pico de floração ocorreu ligeiramente mais cedo no pomar de Lago, com uma percentagem significativa de flores

abertas já no dia 9-05. Com efeito no dia 16-05 apresentava já uma percentagem de flores sem qualquer pólen disponível (entre 25-50%) (Figura 13).

Na cultivar P1, foram amostrados os pomares de Lago e Navarra. Nestes observa-se que o pomar de Lago apresentou o pico de floração mais cedo (na semana de 9-05 mais de 50% dos gomos apresentavam-se no estágio 64-67), apresentando, no entanto, ainda uma percentagem significativa de flores com pólen disponível a 16-05 (entre 25-50%) (Figura 14). De acordo com estes resultados é possível supor que o início da floração para esta cultivar no pomar de Lago tenha acontecido algures na semana anterior. No pomar de Navarra observa-se que existiu um menor escalonamento (a floração apresentou um pico na semana de 16-05), observando-se que a 9-05 a maior parte dos gomos ainda apresentavam as inflorescências no estágio 54-56 e 57-59, embora já com algumas flores abertas, com pólen disponível (Figura 14).



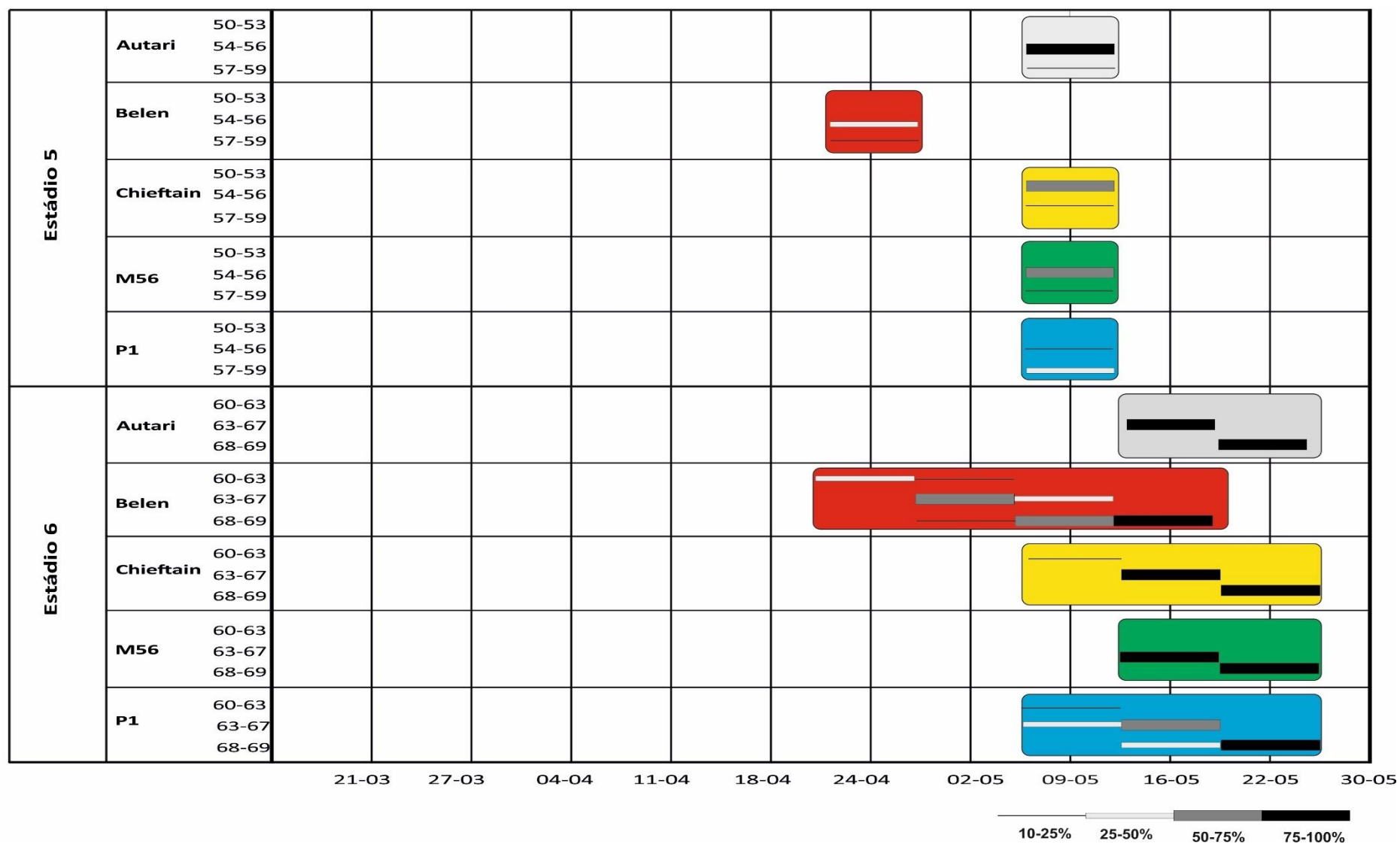


Figura 12 – Diagrama de fenofases das cultivares masculinas de actínídea.

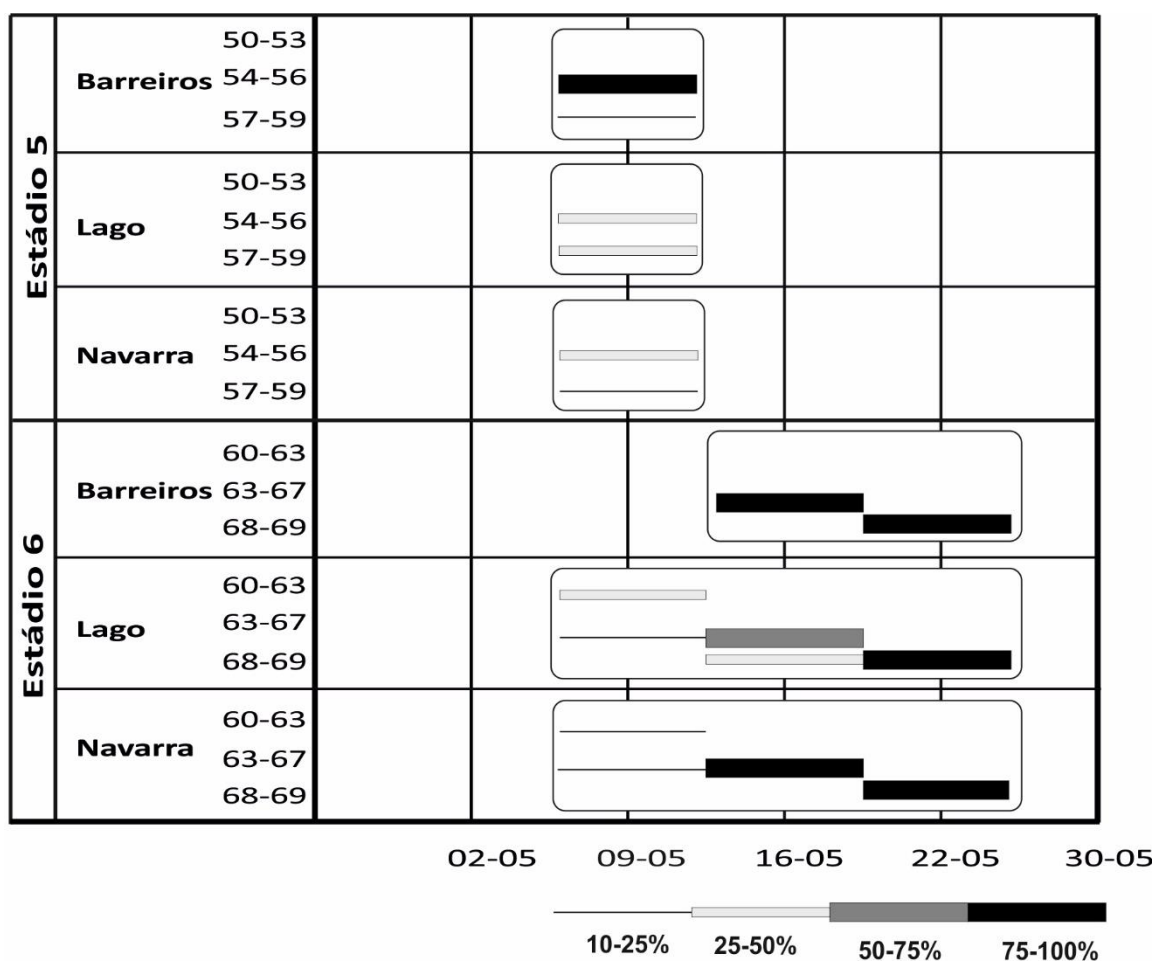


Figura 13 - Diagrama de fenofases da cultivar Chieftain por pomar amostrado.

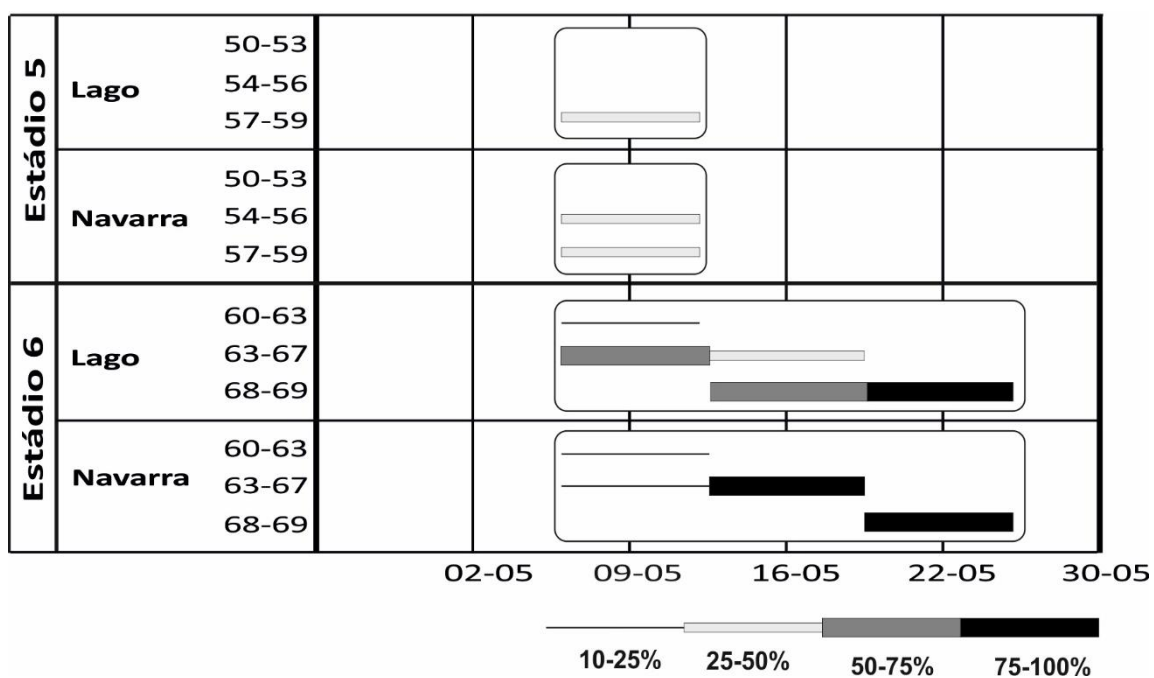


Figura 14 - Diagrama de fenofases da cultivar P1 por pomar amostrado.

#### **4.1.3. Desenvolvimento fenológico das cultivares femininas *versus* masculinas.**

##### **Hayward**

Em relação ao desenvolvimento fenológico reprodutivo da cultivar Hayward quando comparado com as cultivares masculinas observa-se que o início do desenvolvimento das inflorescências (estádio 5) iniciou na semana de 04-04 arrastando-se até à semana de 09-05, sendo o final do estágio de desenvolvimento principal 5 coincidente com todas as cultivares masculinas estudadas (Figura 15). Já em relação à duração do estágio principal 6 (floração) para a cultivar Hayward, é observável que este foi concentrado em apenas duas semanas (semana de 16 e 22-05), com o pico de floração a ocorrer claramente na semana de 16-05 (entre 75 e 100% dos gomos apresentavam-se nos estádios secundários 64-67) (Figura 15). Assim, no geral a cultivar Hayward apresenta uma sincronia praticamente perfeita com a cultivar Autari® e M56 (que apresentam praticamente a mesma duração e distribuição dos estádios fenológicos), uma boa sincronização com a cultivar Chieftain (esta apresenta já algumas flores abertas na semana de 09-05), e uma sincronização aceitável com a cultivar P1. Esta última apresentou um pico de floração a ocorrer provavelmente entre a semana de 09 e 16-05, mas apresentava ainda entre 50 e 75% das flores com pólen disponível aquando do pico de floração da cultivar Hayward (Figura 15).

Conforme descrito na secção 3.3.3., para se verificar a existência de diferenças na fenologia das cultivares provocadas pelas características do pomar fez-se a comparação por Pomar. Assim, comparou-se para o pomar de Navarra os resultados da cultivar Hayward + cultivar Chieftain + P1 obtidos apenas para este pomar. De igual forma para o pomar de Prozelos comparou-se a cultivar Hayward com a cultivar Autari® + M56.

No geral, verifica-se que nos 2 pomares a cultivar Hayward comportou-se de igual forma, diferindo ligeiramente na distribuição dos estádios secundários do estágio principal 5 (Figura 16 e 17). Conforme se observa nas figuras 16 e 17 os últimos estádios do desenvolvimento final das inflorescências ocorrem mais cedo no pomar de Navarra. No entanto, sem interferir com o estágio 6 (Floração). Por fim, observa-se que para ambos os pomares o sincronismo da floração com as cultivares masculinas é praticamente ideal (Figura 16 e 17). Existindo apenas para a cultivar P1 e Chieftain (pomar de Navarra) algumas inflorescências já com flores abertas na semana anterior à floração da cultivar Hayward (Figura 17).

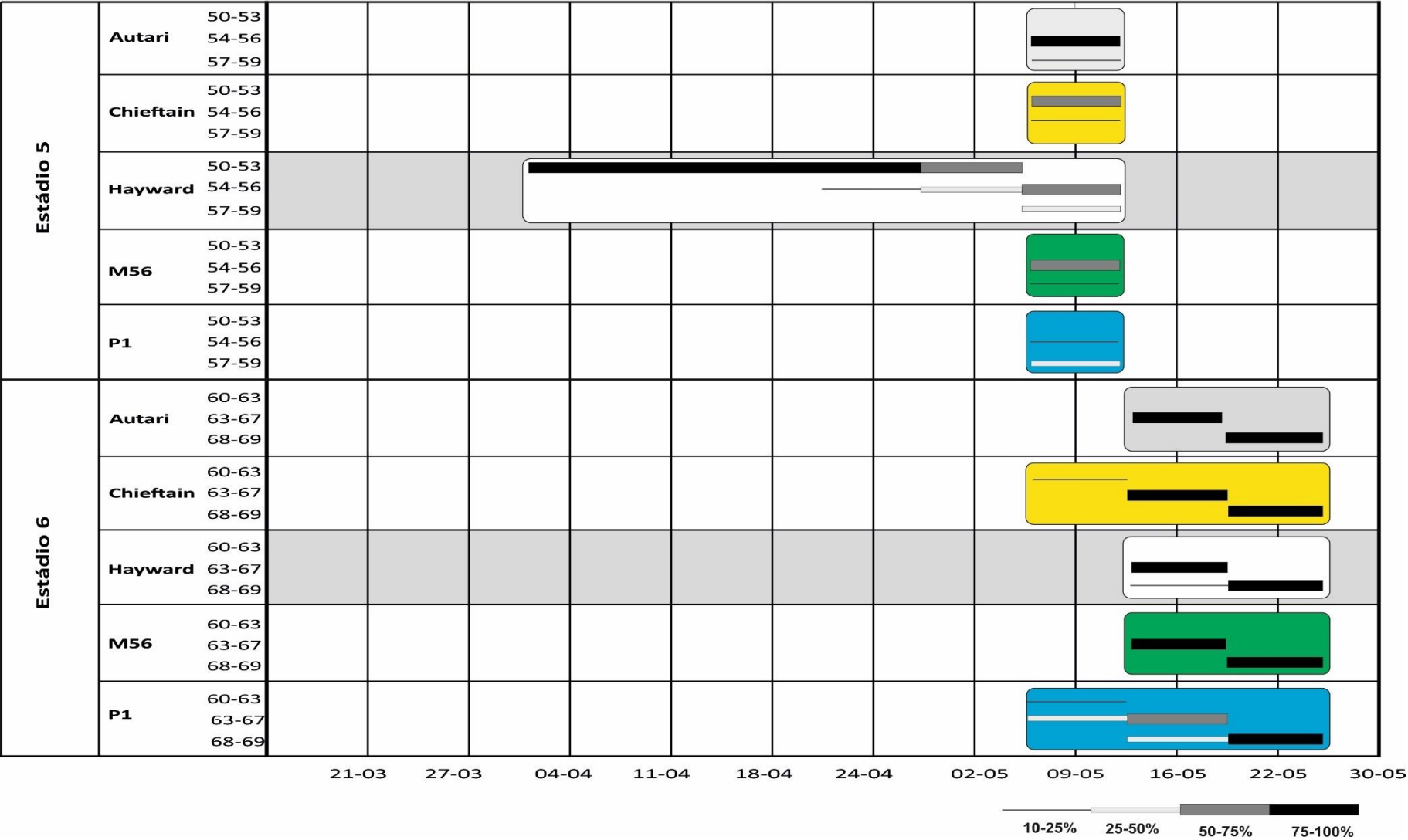


Figura 15 - Diagrama de fenofases comparativo da cultivar feminina Hayward versus cultivares masculinas.

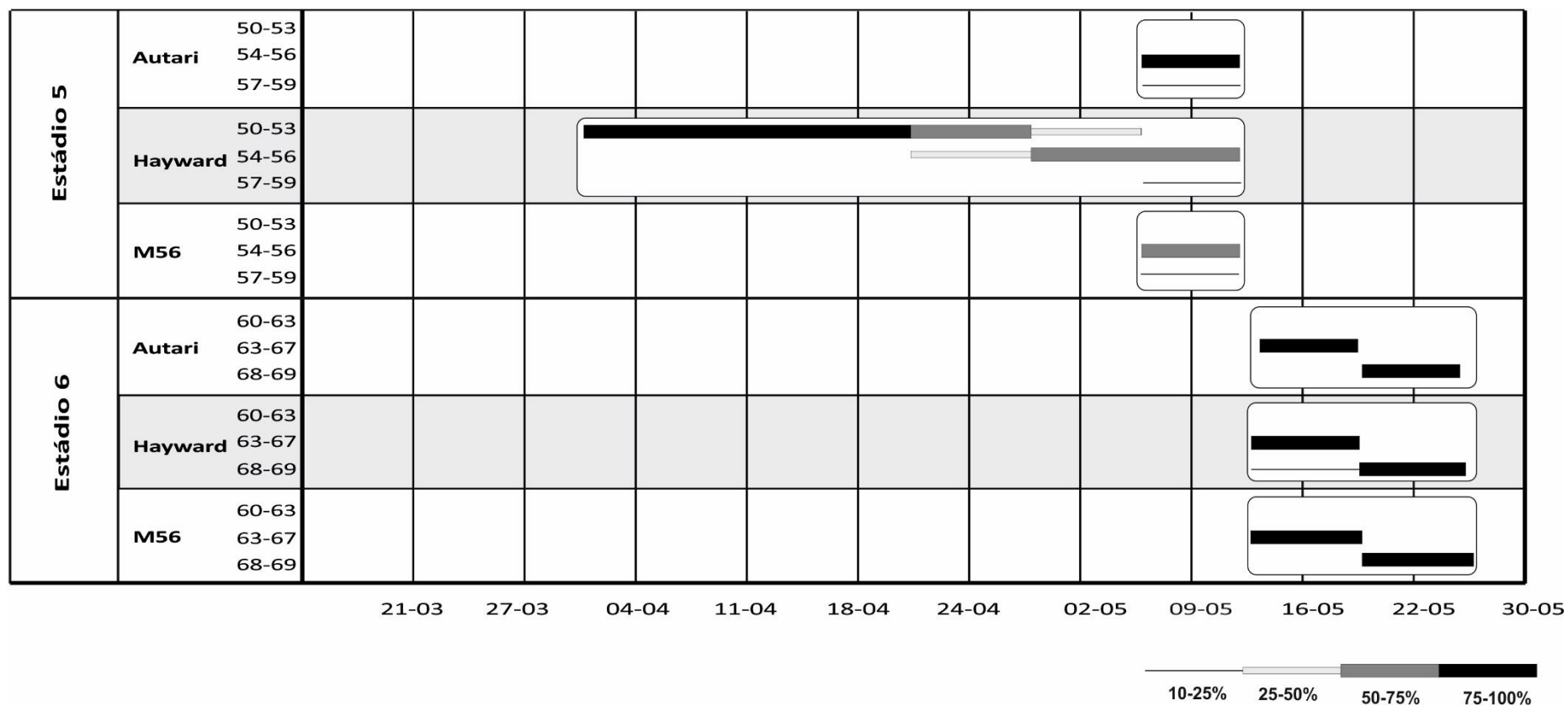


Figura 16 - Diagrama de fenofases da cultivares de actinídea do pomar de Prozelo.

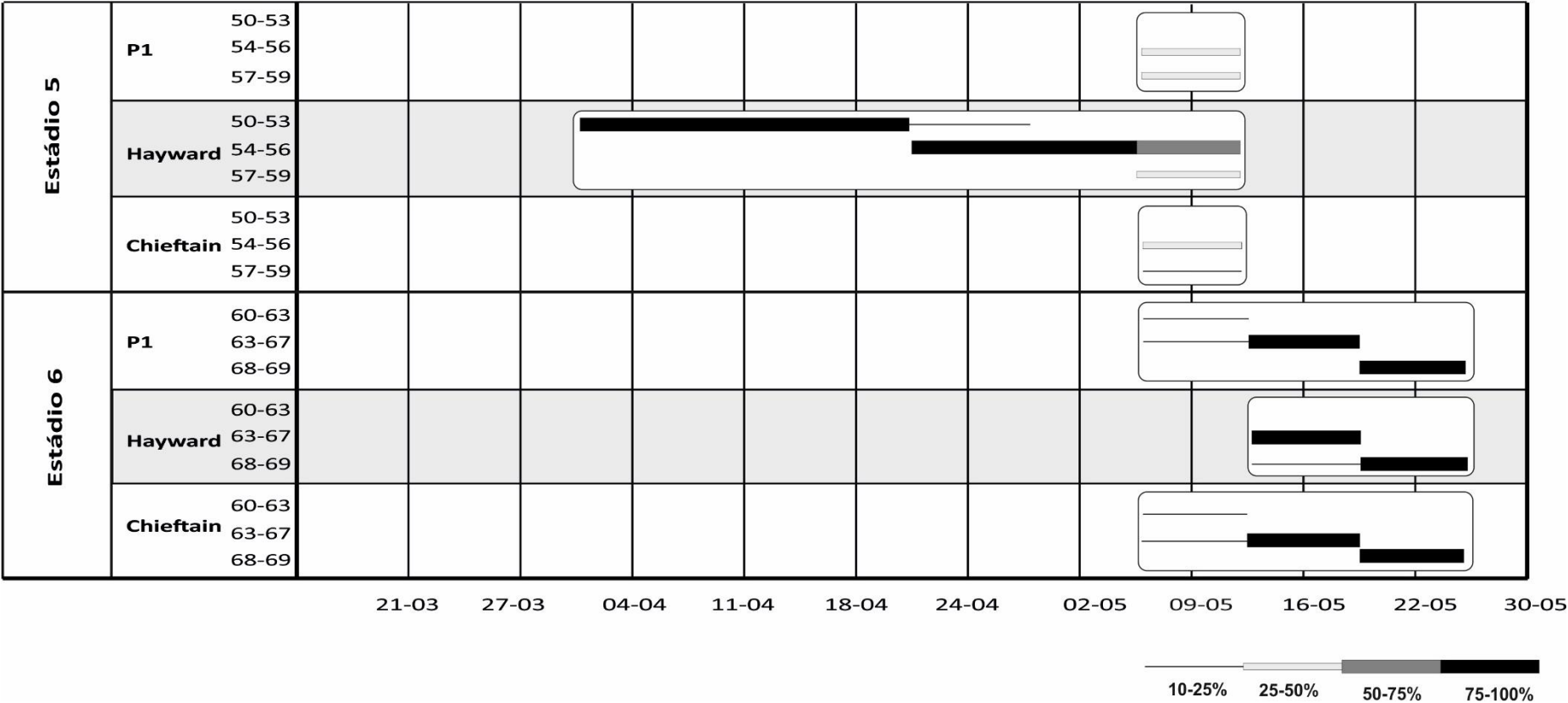


Figura 17 - Diagrama de fenofases das cultivares de actinídea do pomar de Navarra

### **Earligrreen®**

O desenvolvimento fenológico reprodutivo da cultivar Earligrreen® (Figura 18) foi similar ao da cultivar Hayward (Figura 15), principalmente no estágio principal 6, com a pequena diferença de que a floração foi ainda mais concentrada na semana de 16-05 (na cultivar Hayward nesta semana há já uma pequena percentagem de flores inférteis). A diferença entre estas cultivares apresenta-se apenas no desenvolvimento das inflorescências (estádio 5) (figura 15 e 18). Sendo que na cultivar Earligrreen® o desenvolvimento é um pouco mais escalonado. No entanto, reflecte-se pouco no desenvolvimento do estágio principal 6 (Figura 15 e 18). Assim, é possível assumir que as cultivares masculinas que apresentam a melhor sincronia com a cultivar Hayward apresentam também a mesma sincronia para a cultivar Earligrreen®.

Quando observado o diagrama de fenofases correspondente ao pomar onde ocorre a cultivar Earligrreen® (pomar de barreiros), observa-se que existe uma sincronia quase perfeita entre a cultivar Earligrreen® e a cultivar Chieftain (Figura 19). De facto, neste pomar a cultivar Chieftain apresentou uma floração menos escalonada.

### **Tsechelidis®**

Observando a figura 20 é possível perceber que a cultivar Tsechelidis® é cerca de uma semana mais precoce que a cultivar Hayward e Earligrreen®. Começando o desenvolvimento de inflorescências (estádio 5) e a própria floração (estádio 6) mais cedo que estas cultivares. Observa-se que o pico de floração desta cultivar se encontra provavelmente entre a semana de 9-05 e de 16-05 (Figura 20). Assim, apenas observando a figura 20 é possível indicar que as cultivares M56 e Autari® possuem pouca sincronia com esta cultivar. Já as cultivares Chieftain e P1 apresentam flores com pólen disponível aquando do pico de floração da cultivar Tsechelidis®. No entanto, quando se observam a distribuição dos estádios secundários é possível perceber que o pico de floração destas cultivares não é coincidente com a cultivar Tsechelidis® (Figura 20). Portanto, no geral, embora possuam flores abertas e com pólen disponível para a cultivar Tsechelidis® a maioria das flores ainda não abriram aquando do pico de floração da cultivar Tsechelidis®.

Quando observado o pomar de Lago independentemente dos restantes observa-se que há uma melhor sincronia da cultivar P1 para este pomar (Figura 21). Sendo que as duas cultivares aparentemente apresentaram os picos de floração praticamente simultâneos para as condições deste pomar (Figura 21). Já para a cultivar Chieftain, não apresenta diferenças quando observada isoladamente (Figura 21). Assim, o pico de floração da cultivar Chieftain ainda se apresentou-se em quase 1 semana do pico de floração da cultivar Tsechelidis®, existindo no entanto algumas flores abertas na semana anterior.

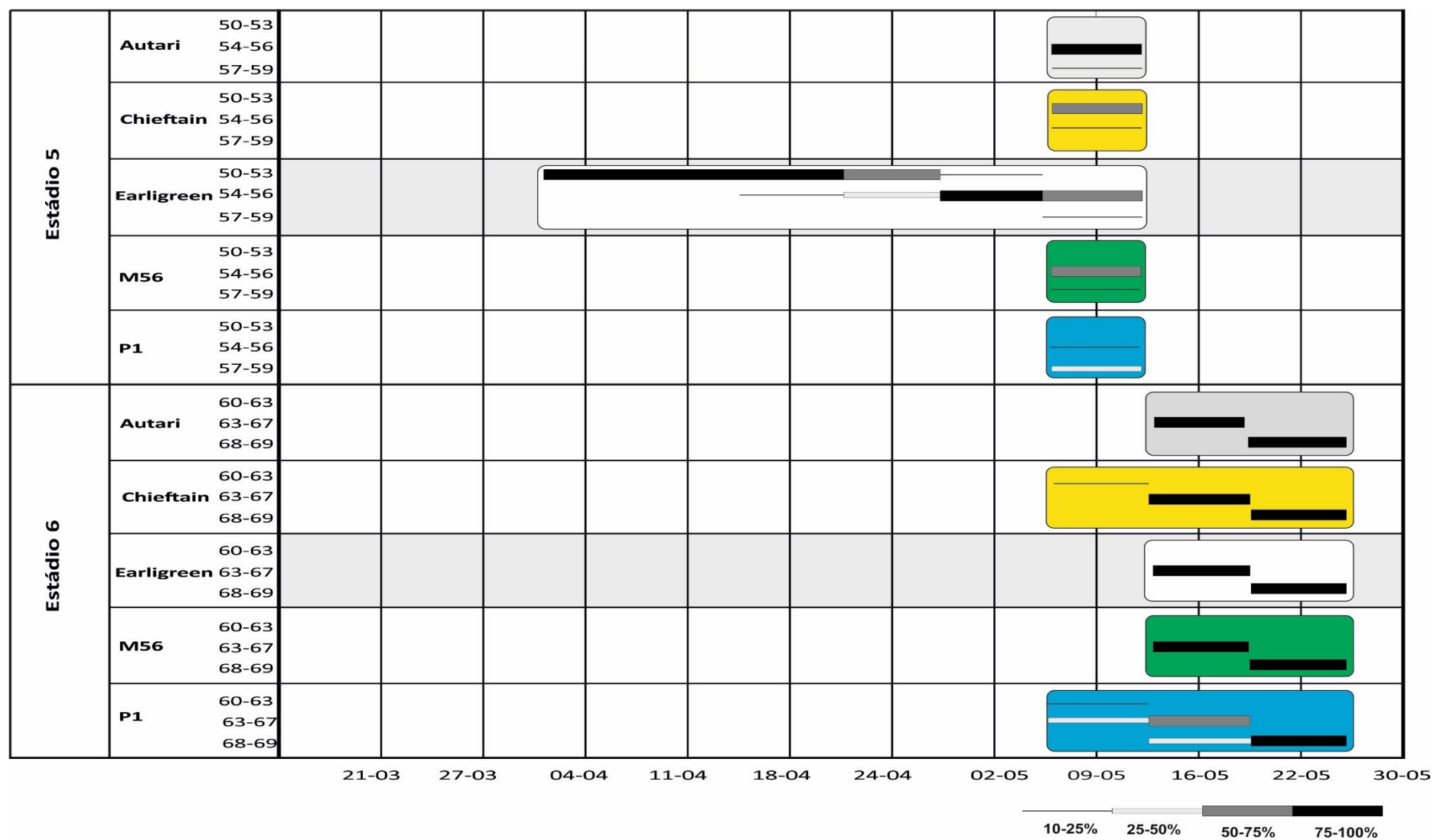


Figura 18 - Diagrama de fenofases comparativo da cultivar Earligreen® versus cultivares masculinas



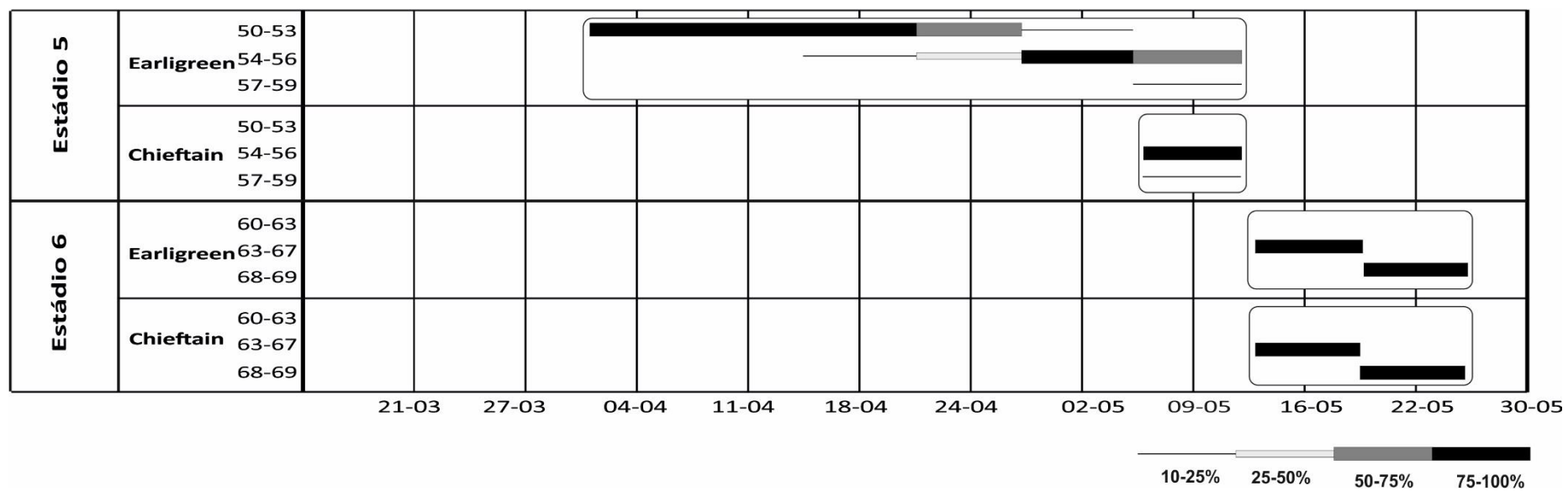


Figura 19 - Diagrama de fenofases das cultivares encontradas no pomar de Barreiros.

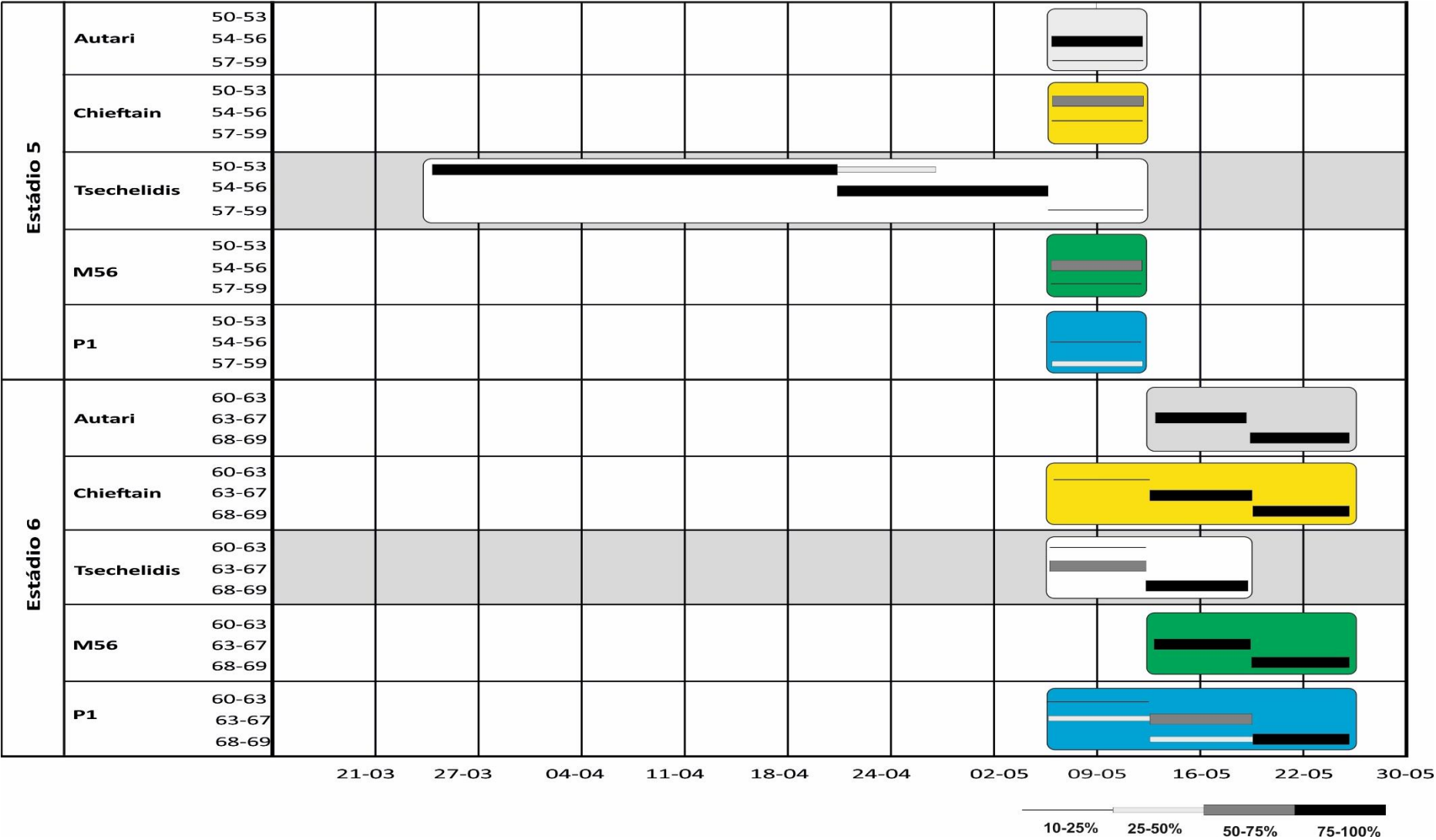


Figura 20 - Diagrama comparativo da cultivar Tsechelidis® versus cultivares masculinas

### **Soreli®**

O início do desenvolvimento floral da cultivar feminina Soreli® iniciou-se na semana de 21-03 apresentando inflorescências por florir até à semana de 18-04 (Figura 22). Já a cultivar masculina Belén® terminou o desenvolvimento das inflorescências apenas na semana de 24-04 (Figura 22). Já em relação à floração é patente, observando a figura 22, que a cultivar Soreli® inicia o estágio 6 (floração) mais cedo do que a cultivar masculina (cerca de 1 semana mais cedo), e termina-o duas semanas mais cedo. Efectivamente, quando se observa a distribuição dos estádios secundários é possível determinar que o pico de floração da cultivar Soreli® ocorre entre a semana de 18 e 24-04 (na semana de 24-04 já tem entre 25 e 50% de flores não receptivas à polinização) (Figura 22). Enquanto na cultivar Belén®, embora tenha entre 25-50% das inflorescências com pelo menos uma flor aberta, o pico de floração ocorre maioritariamente na semana seguinte (2-05), quando já praticamente 100% das flores femininas não estão férteis (Figura 22). Assim é possível dizer com certeza que há um período em que a cultivar feminina não possui pólen disponível (semana de 18-04), e que há outro período em que o pólen disponível é em pequena quantidade (semana de 24-04) devido à pequena quantidade de flores abertas com pólen. Coincidindo estes 2 períodos com o pico de floração desta cultivar.

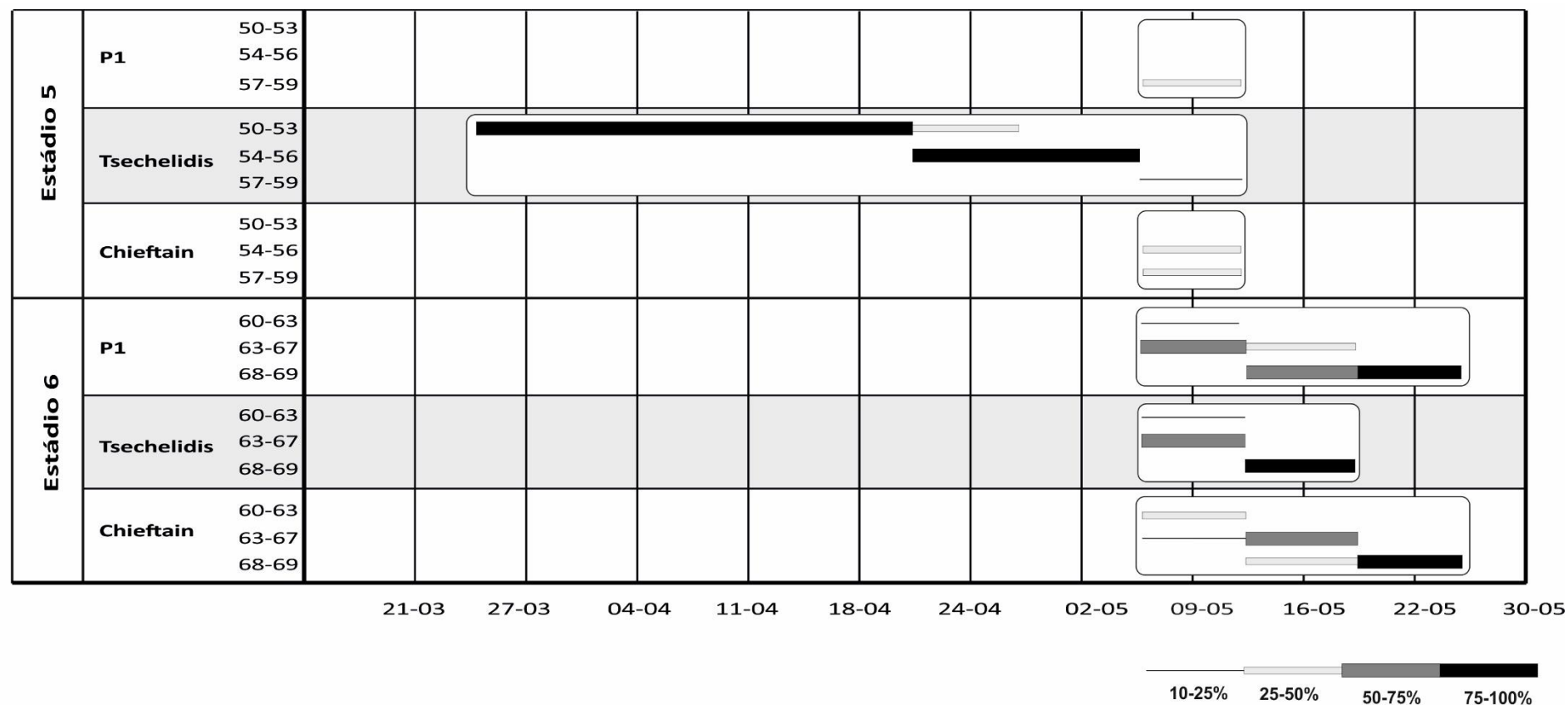


Figura 21 - Diagrama de fenofases das cultivares encontradas no pomar de Lago.

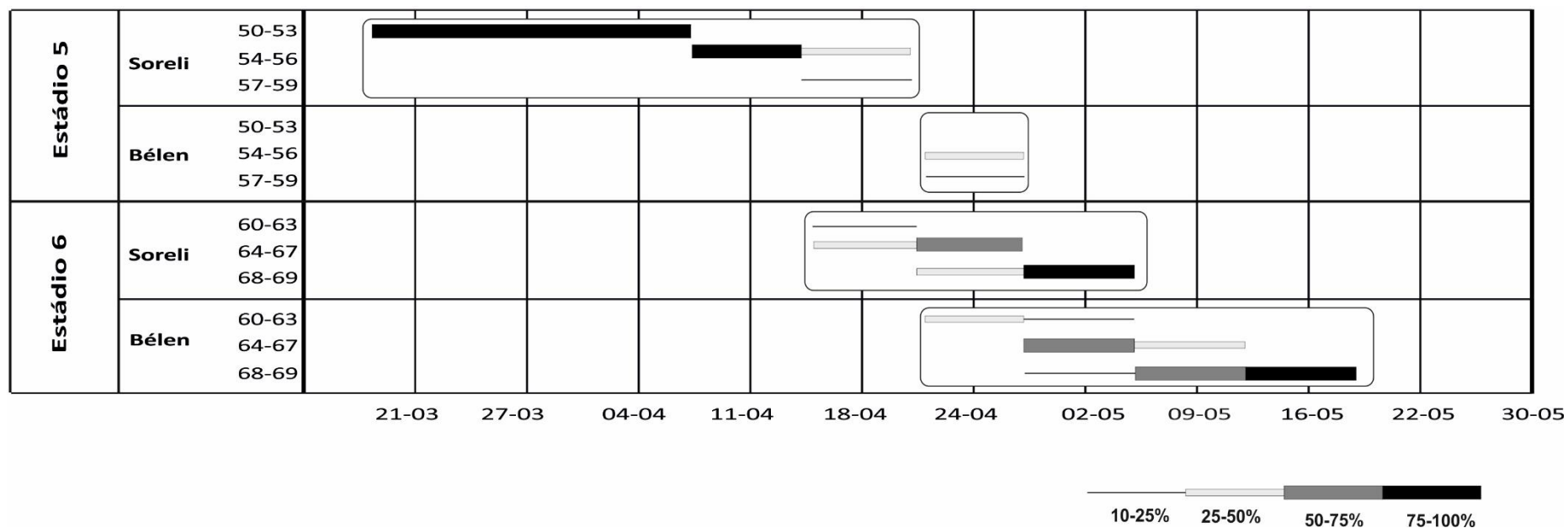


Figura 22 - Diagrama de fenofases da cultivar feminina Soreli® versus cultivar masculina Bélen.

## 4.2. Índices fisiológicos

### 4.2.1. Índice de Abrolhamento

O índice de abrolhamento das diferentes cultivares femininas estudadas apresentou uma variação média de 10% (Figura 23-A1). A cultivar com melhor desempenho foi a cultivar Tsechelidis® com um índice de abrolhamento de  $56\% \pm 4,8\%$  (N=17), sendo este significativamente diferente das restantes cultivares estudadas (Figura 23-A1). Destas, a cultivar Earligreen® destacou-se pela negativa possuindo o pior desempenho, com um abrolhamento em média de  $43\% \pm 6,4\%$  (N=24) sendo significativamente diferente da cultivar Soreli® e Tsechelidis®. Já a cultivar Hayward apresentou um IA de  $46\% \pm 5,6\%$  (N=48), não se apresentando significativamente diferente da cultivar Soreli® e da cultivar Earligreen® (Figura 23-A1).

Em relação à diferença entre pomares para a cultivar Hayard, foi possível observar que o pomar de Navarra possui um índice de abrolhamento significativamente superior ao do pomar de Prozelo (Figura 23-A2).

### 4.2.2. Índice de Abrolhamento fértil

Conforme é possível observar na Figura 23-B1, há duas cultivares que se destacam como possuindo o maior número de gomos abrolhados férteis; a cultivar Tsechelidis® e a cultivar Soreli®. No entanto, estas são apenas significativamente superiores à cultivar Hayward (que apresentou a pior performance), não se distinguindo da cultivar Earligreen®. De facto, a cultivar Earligreen® para um nível de significância de 0,05 não se apresenta diferente da cultivar Hayward nem das cultivares Tsechelidis® e Soreli® (Figura 23-B1). Observa-se ainda que a cultivar Tsechelidis® foi a que apresentou o desvio-padrão maior, apresentando por isso uma maior dispersão nos valores tomados pelo índice de abrolhamento fértil (Figura 23-B1).

No caso da cultivar Hayward, observou-se ainda que existe uma diferença significativa no IAF entre os pomares estudados para esta cultivar (Figura 23-B2). De facto, a cultivar Hayward no pomar de Prozelo apresentou um IAF de apenas  $26\% \pm 5\%$  (N=24), enquanto no pomar de Navarra a mesma cultivar apresentou um IAF de  $32\% \pm 7\%$  (N=24) (Figura 23-B2). Neste ultimo apresentando valores mais em linha com os da cultivar Earligreen®.

### 4.2.3. Índice de Fertilidade

Conforme se observa na Figura 23-C1, a cultivar que apresentou maior número de frutos por gomo abrolhado fértil foi a cultivar Earligreen®, possuindo em média  $3,6 \pm 0,4$  (N=24) frutos

por gomo abrolhado fértil. De facto, esta cultivar distinguiu-se significativamente das restantes, que apresentaram IFs próximos de 3 frutos por gomo abrolhado fértil.

É ainda possível observar que em relação aos desvios-padrões a cultivar que apresenta maiores desvios é a cultivar Soreli®. Já a cultivar Tsechelidis® apresenta o menor desvio-padrão (Figura 23-C1). O desvio-padrão, como medida de dispersão que é, permite indiciar que a cultivar Soreli® é pouco consistente quanto ao número de frutos que apresenta por gomo fértil.

Para a cultivar Hayward, observou-se ainda que existem diferenças significativas entre o pomar de Prozelo e Navarra (Figura 23-C2). De facto, o pomar de Navarra apresentou em média um Índice de Fertilidade de 3,1 ( $\pm 0,45$ ) enquanto o pomar de Prozelo apresentou um Índice de Fertilidade 2,8 ( $\pm 0,45$ ) (Figura 23-C2).

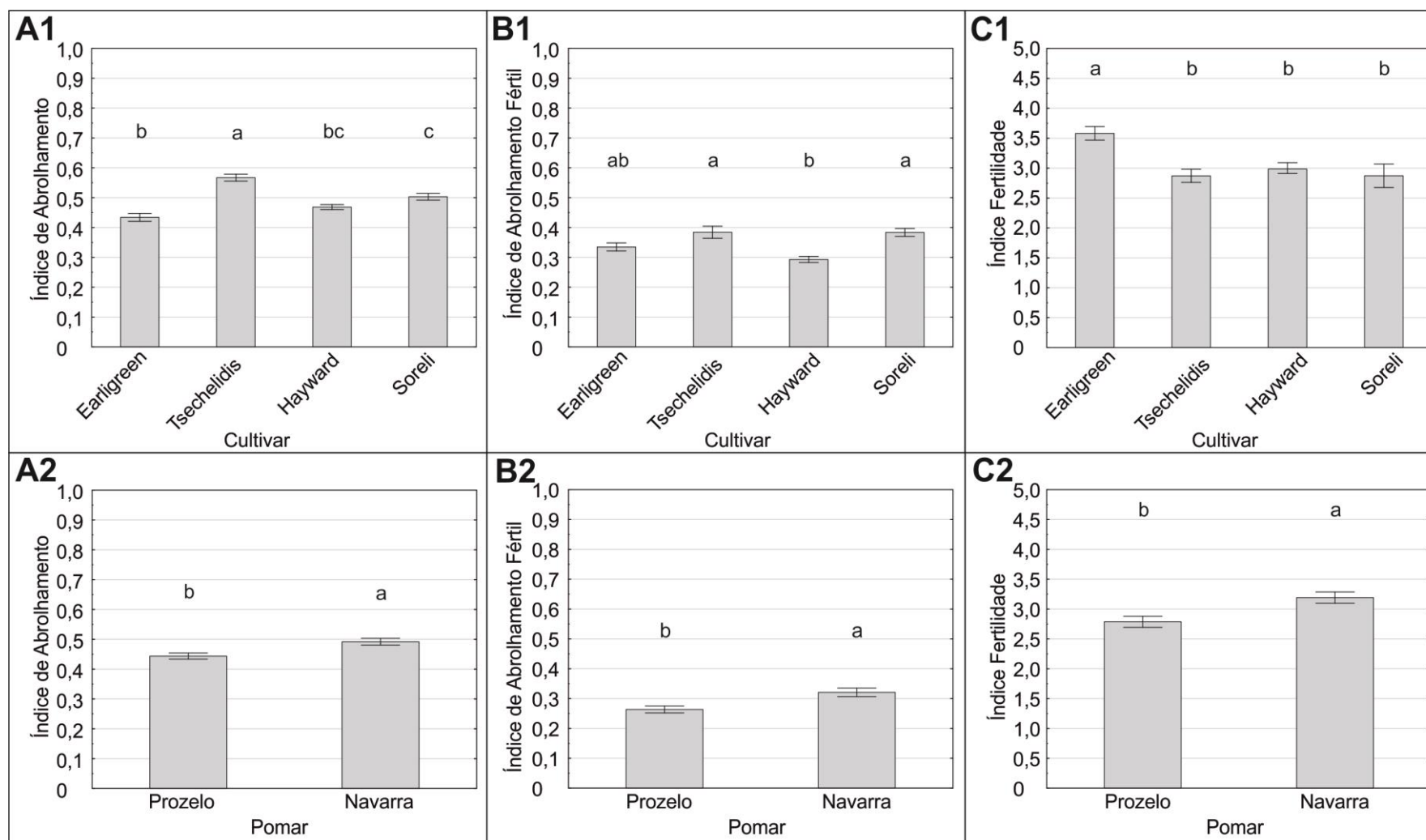


Figura 23 – A1: Índice de abrolhamento por cultivar. A2: Índice de abrolhamento por Pomar (para a Cultivar Hayward). B1: Índice de Abrolhamento Fértil por cultivar. B2: Índice de Abrolhamento Fértil por Pomar (para a Cultivar Hayward). C1: Índice de Fertilidade por Cultivar. C2: Índice de Fertilidade por Pomar (para a Cultivar Hayward). Nota: Os gráficos representam a média  $\pm$  erro padrão da média. Assim, a barra representa a média enquanto os “bigodes” representam o erro-padrão. Onde os testes de inferência estatística indiquem diferenças significativas foram indicadas letras.



### 4.3. Viabilidade germinativa do grão de pólen

#### 4.3.1. Grãos de pólen germinados (%)

Em relação às diferenças entre pomares, é observável que a cultivar Chieftain apresenta maior percentagem de germinação no pomar de barreiros, mediana 82% (IQR: 72,7-85,7%, N=18), e menor percentagem de germinação no pomar de Lago, mediana 73,2% (IQR: 65-78%, N=18) (Figura 24-A1). Já a cultivar P1 tem em média maior percentagem de germinação no pomar de Navarra, mediana 75,8% (IQR: 71,8-80,9%, N=18) do que no pomar de Lago (Figura 24-A1). Entre os pomares de Lago e Navarra não foram encontradas quaisquer diferenças significativas nos testes estatísticos para as cultivares (Figura 24-A1).

Conforme é possível observar na Figura 24-A2, a cultivar com maior percentagem de grãos de pólen germinados é a cultivar Autari®, mediana 92,5% (IQR: 90,4-97,5%, N=18), seguida da cultivar M56, com mediana 90,7% (IQR: 86,7-93,5%, N=18). As cultivares Chieftain e P1 apresentam respectivamente percentagens de germinação medianas de 77,1% (IQR: 70,8-83,3, N=54) e 76% (IQR: 71,4-82,6%, N=36) (Figura 24-A2). Conforme se observa, foram encontradas diferenças significativas entre a cultivar Autari® e M56 e as cultivares Chieftain e P1 (Figura 24-A2). Não se encontrou diferenças entre as cultivares Chieftain e P1, nem entre as cultivares Autari® e M56 (as melhores do teste) (Figura 24-A2).

#### 4.3.2. Vigor germinativo

Quanto aos resultados entre pomares, onde estes existem, observa-se que para a cultivar Chieftain o pomar de Barreiros é o que apresenta pólen com maior vigor germinativo, mediana 200  $\mu\text{m}$  (IQR: 150-300, N=90) (Figura 24-B1). Para a mesma cultivar a pior performance foi encontrada no Pomar de Lago, mediana 150  $\mu\text{m}$  (IQR: 125-250 N=90). Em relação à cultivar P1 a melhor performance foi encontrada no pomar de Lago. No entanto, as diferenças entre pomares não são estatisticamente significativas.

O vigor germinativo, medido através do comprimento do tubo polínico, apresentou-se variável entre cultivares (Figura 24-B2). A cultivar que apresentou melhor vigor germinativo foi a cultivar Autari® com a mediana de 275  $\mu\text{m}$  (IQR: 200-375  $\mu\text{m}$ , N=90). Já a cultivar que apresentou pior performance foi a cultivar Chieftain, mediana 175  $\mu\text{m}$  (IQR: 125-250  $\mu\text{m}$  N=270) (Figura 24-B2). Constata-se, observando a Figura 24-B2, que há uma grande assimetria nas distribuições (com uma longa cauda à direita) dos valores observados, indicando que existem tubos polínicos tipicamente com um comprimento muito acima da mediana. A cultivar que apresenta maior dispersão é a cultivar Autari®, em oposição à cultivar P1 que apresenta a menor dispersão de todas as cultivares estudadas (Figura 24-B2).

Quanto às diferenças entre cultivares, observa-se que o pós-teste de Games-Howell (para os valores de comprimento de tubo polínico transformados pelo logaritmo de base natural) agrupou ( $\alpha=0,05$ ) as cultivares Chieftain e P1 como idênticas, sendo as que apresentam piores performances no vigor germinativo (Figura 24-B2). De igual forma, e para o mesmo nível de significância agrupou as cultivares Autari® e M56 como idênticas, com as melhores performances. A cultivar M56 destacou-se significativamente apenas da cultivar Chieftain, não se encontrando diferenças significativas entre a cultivar P1 para o nível de significância escolhido (Figura 24-B2). No entanto embora para o nível de significância escolhido se rejeite que existam diferenças significativas entre estas duas cultivares, é de ressaltar que o *p-value* do teste foi de 0,0506.

É de ressaltar também que aquando do ajustamento do modelo ANOVA inicial (com 2 factors e com interacção entre os factores) entre a cultivar P1 e Chieftain, nos pomares de Navarra e Lago, se encontraram diferenças significativas entre as mesmas, que depois não se vieram a verificar no modelo ANOVA a um factor (que adicionou o pomar de Barreiros à média da cultivar Chieftain).

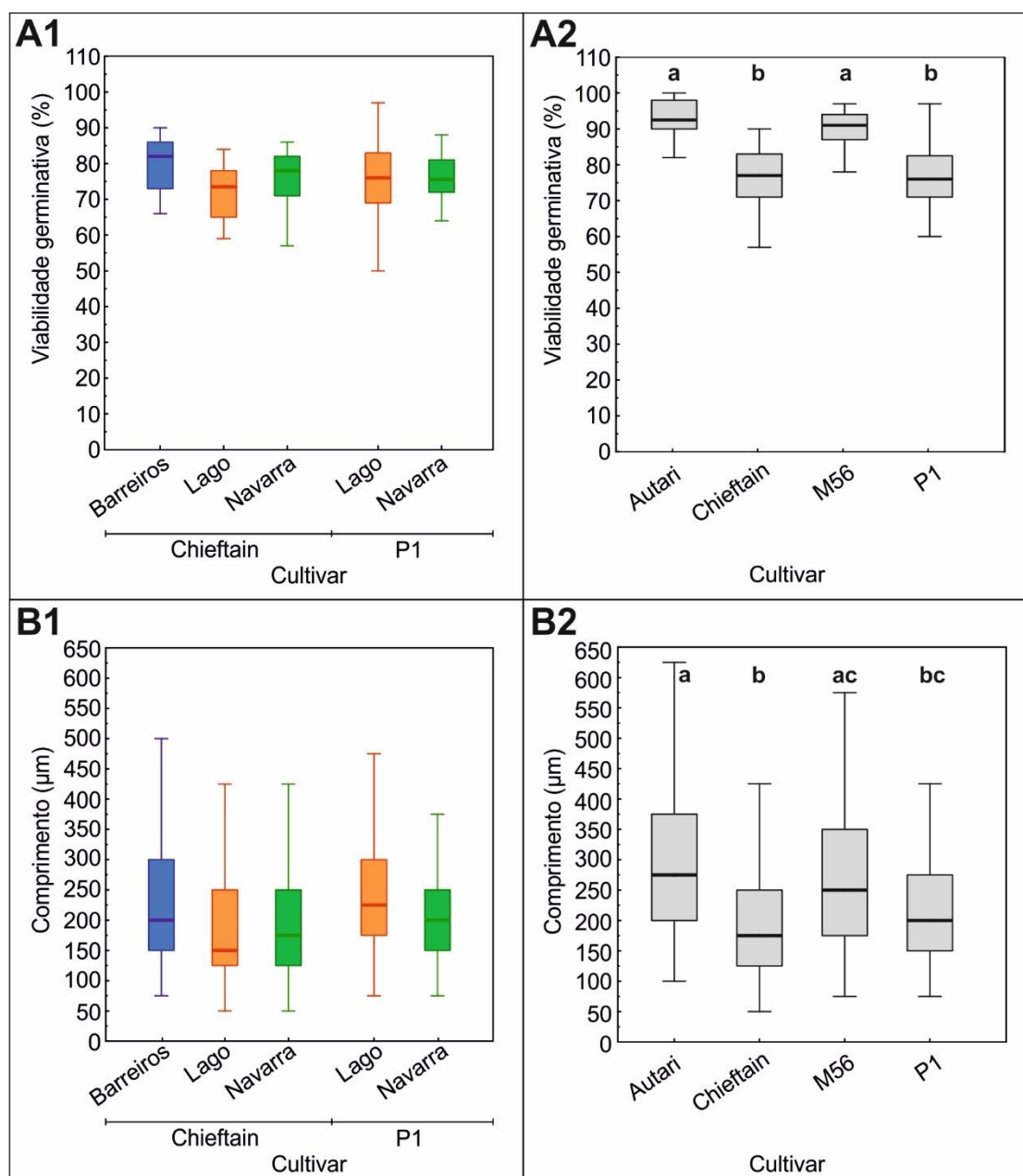


Figura 24 – **A1:** Viabilidade germinativa (% de grãos germinados) por pomar e cultivar (Chieftain e P1). **A2:** Viabilidade germinativa (% de grãos germinados) por cultivar. **B1:** Vigor germinativo (Comprimento do tubo polínico em  $\mu\text{m}$ ) por pomar e cultivar (Chieftain e P1). **B2:** Vigor germinativo (Comprimento do tubo polínico em  $\mu\text{m}$ ) por cultivar. Nota: Os gráficos representam “caixas de bigodes” da distribuição de dados. A caixa representa a amplitude interquartil (Quartil 1 – Quartil 3), a linha no centro da caixa representa a mediana da distribuição, os “bigodes” representam a amplitude total dos dados (min e max, excluindo outliers). Onde existam diferenças significativas ( $\alpha = 0,05$ ) são indicadas letras que representam diferentes agrupamentos de diferenças. Os testes de inferência estatística foram efectuados sobre os dados transformados (ver secção 3.4.4), referindo-se, portanto, a diferenças existentes entre a variável dependente transformada.

## 5. Discussão de resultados

Do ponto de vista climático verificou-se que o número de horas de frio acumulado para o distrito de Braga foi, segundo o IPMA, de 1076 horas. Este número é considerado suficiente para a quebra da dormência da cultivar Hayward, que necessita de até 900 horas de frio acumulado (Linsley-Noakes and Allan, 1987). Com excepção da cultivar Soreli®, para as restantes cultivares em estudo não há bibliografia que indique com certeza as suas necessidades de frio invernal, assumindo-se que serão provavelmente similares à cultivar Hayward. Já a cultivar Soreli® necessita de apenas 554 horas de frio acumulado para a quebra da dormência invernal (Dichio et al., 2015; Finn and Clark, 2012). Assim, assume-se que provavelmente não existiram efeitos negativos associados à falta de horas de frio acumulado nos índices fisiológicos. Não foi possível obter os dados relativos à temperatura média, mínima e máxima no período do estudo, uma vez que as estações da DRAPN encontravam-se em manutenção (Seabra, 2016 comunicação pessoal). Contudo, segundo os relatórios agrometeorológicos do IPMA não se verificaram temperaturas anormais nos meses em questão [URL 3].

A cultivar Tsechelidis® apresentou-se como a cultivar de *A. deliciosa* fenologicamente mais precoce no presente estudo, com a floração a ocorrer cerca de uma semana mais cedo que a cultivar Hayward. Estes resultados estão de acordo com as observações fenológicas reportadas por Sotiropoulos et al. (2009) que indicam que o abrolhamento e a floração ocorrem mais cedo do que a cultivar Hayward (cerca de 5 dias mais cedo para as condições de cultivo no Norte da Grécia). Em relação à data de floração (e embora tenha existido apenas um ano de observação no presente estudo) observa-se que esta ocorreu na data reportada para a cultivar no Norte da Grécia, entre 8 e 10 de Maio (Sotiropoulos et al., 2009a).

O IA da cultivar Tsechelidis® apresentou-se significativamente superior ao da cultivar Hayward. Este resultado não vai de encontro ao reportado por Sotiropoulos et al. (2009), que não encontrou diferenças significativas para este índice entre a cultivar Tsechelidis® e a cultivar Hayward. De facto, os autores indicam que a cultivar Tsechelidis® apresentou, para as condições de cultivo gregas, um IA de 52 % (versus 54% da cultivar Hayward nas mesmas condições). Já o presente estudo observou um IA de cerca de 56% para a cultivar Tsechelidis®, enquanto a cultivar Hayward apresentou apenas 46%. Estes resultados podem levar à conclusão que a cultivar Tsechelidis® teve uma melhor performance em relação ao abrolhamento no Minho, do que no seu local de selecção. No entanto, uma vez que ambos os estudos se baseiam apenas na observação de um único pomar, é impossível dizer com certeza se uma maior variabilidade de condições microclimáticas no norte da Grécia e no Minho levariam também a uma maior variabilidade no IA. É ainda possível que esta diferença

se deva também ao sistema de condução. No estudo referido a cultivar é conduzida em cruzeta, enquanto no pomar observado no presente estudo é conduzido pérgula. O sistema de condução em pérgula, uma vez que permite maior exposição solar, está correlacionado com uma maior fertilidade e produtividade (Antunes, 2008; Costa, 1999).

A cultivar Tsechelidis® apresentou diferenças significativas em relação ao IAF em relação à cultivar Hayward no presente estudo, mas não apresentou diferenças quanto ao IF (número de frutos por gomo fértil). Sotiropoulos et al. (2009) reportam que não foram encontradas diferenças significativas quanto ao número do frutos por lançamento em relação à cultivar Hayward. Infelizmente este números não são facilmente comparáveis com os do presente estudo uma vez que o autor não calculou os mesmos índices, embora os resultados observados neste estudo indiquem que o número de frutos por lançamento seria em teoria maior (dado o mesmo número de gomos por lançamento). Este facto resulta de que embora possua em média o mesmo número de frutos por gomo fértil (IF), o número de gomos ferteis é significativamente maior para a cultivar Tsechelidis® (IAF), resultando assim num número maior de frutos por lançamento. Foi ainda observado que a cultivar Tsechelidis® foi a que apresentou menor desvio-padrão em relação ao índice de fertilidade, sendo muito consistente no número de frutos que gera por gomo fértil, este resultado poderá ser parcialmente explicado pelo facto da cultivar Tsechelidis® possuir maior probabilidade de gerar inflorescências de flor única do que a cultivar Hayward (Sotiropoulos et al., 2009a).

No geral, a cultivar Tsechelidis® apresentou-se como uma cultivar potencialmente promissora para as condições do Minho. Para além das características do fruto serem mais vantajosas do ponto de vista comercial (Dimitrios et al., 2006; Sotiropoulos et al., 2009a), o facto de ser uma cultivar com um IA e IAF superior ao da cultivar Hayward, para as condições do Minho, permitirá produzir maior quantidade de frutos por hectare. É no entanto necessário um cuidado especial aquando da selecção das cultivares masculinas, já que estas são tipicamente seleccionadas para acompanhar a cultivar Hayward e uma vez que a cultivar Tsechelidis® apresenta uma floração mais precoce que a cultivar Hayward é possível que se escolham cultivares que não possuam boa sincronia. De facto, no nosso estudo foi possível observar que a cultivar Tsechelidis® não possuiu uma boa sincronia com as cultivares Autari® e M56. De todas as cultivares masculinas estudadas, a cultivar que apresenta melhor sincronia com esta foi a cultivar P1, embora os picos de floração não ocorram em simultâneo para estas duas cultivares (a cultivar P1 é ligeiramente mais tardia), mesmo quando observada exactamente nas mesmas condições (observação do pomar). O facto de nenhuma das cultivares masculinas estudada coincidir completamente com a floração da cultivar Tsechelidis® poderá indicar que é necessário encontrar cultivares masculinas mais apropriadas para emparelhar com esta cultivar feminina.

Dos estádios fenológicos observados no presente estudo, a cultivar Earligreen® possuiu um desenvolvimento fenológico idêntico ao da cultivar Hayward. A única exceção é aparentemente no abrolhamento que se apresenta ligeiramente mais escalonado, embora em poucas semanas atinja rapidamente os mesmos estádios fenológicos presentes da cultivar Hayward, sendo a floração exactamente coincidente com a da Hayward. Uma vez que a cultivar Earligreen® foi seleccionada com base numa mutação natural de uma planta da cultivar Hayward (Testolin and Ferguson, 2009), é apenas de supor que o gene que lhe permite uma maior precocidade quanto à maturação do fruto não influencia a restante fenologia (que se mantém indistinta da cultivar da qual ela se originou). Este é um facto especialmente importante já que existirá uma maior facilidade de encontrar cultivares masculinas que possuam uma boa sincronia com esta cultivar. Assim, das cultivares masculinas estudadas é possível indicar que as cultivares com sincronia optima são as cultivares Autari® e M56. No entanto, uma vez que foi apenas observado um ano, é impossível dizer com certeza se este padrão se mantém. De igual modo em anos em que se observe um escalonamento da floração estas cultivares masculinas com floração concentrada poderão não ser as ideais, sendo que nesse caso teria sido vantajoso possuir uma cultivar masculina que apresenta flores abertas durante mais tempo (mais escalonada), como a cultivar P1 e Chieftain.

Do ponto de vista dos índices fisiológicos a cultivar Earligreen® não é para o IA e IAF significativamente diferente da cultivar Hayward. No entanto, apresenta diferenças significativas em relação à cultivar Hayward para o IF. Segundo os valores obtidos cada gomo fértil da cultivar Earligreen® produz em média mais 0,6 frutos do que a cultivar Hayward. Esta fertilidade acrescida não está reportada na bibliografia existente sobre esta cultivar (Finn and Clark, 2012; Testolin and Ferguson, 2009), no entanto, não foram encontrados estudos que se tenham focado nesta problemática. Assim, é a primeira vez que é reportada uma fertilidade acrescida da cultivar Earligreen® face à cultivar Hayward. É no entanto necessário cautela na interpretação deste resultado. Uma vez que este foi obtido apenas num ano, será necessário verificar se este resultado é consistente ao longo dos anos. De igual modo, uma vez que este resultado foi obtido apenas num pomar (fruto das circunstâncias) seria necessário verificar se este resultado se mantém noutros locais. Hipoteticamente podemos também supor que esta fertilidade acrescida poderá estar mais relacionada com a exposição solar acrescida que existe devido às características biológicas desta cultivar. Esta cultivar é menos vigorosa que a cultivar Hayward (Finn and Clark, 2012; Testolin and Ferguson, 2009) e possui entrenós mais longos, o que origina uma melhor penetração da luz. Melhor exposição à radiação solar está associada a uma fertilidade acrescida (Antunes, 2008; Costa, 1999).

A cultivar Soreli® apresentou de todas as cultivares o abrolhamento e desenvolvimento mais precoce. Esta precocidade é reportada igualmente para o seu local de selecção (Itália), onde

abrolha entre 4 a 17 dias antes da cultivar Hayward, sendo esta precocidade muito variável entre zonas de cultivo (norte ou sul da Itália) e entre anos (Dichio et al., 2015, 2013). Este abrolhamento mais precoce pode ser prejudicial para a sua exploração comercial em Portugal, já que pode sujeitar os rebentos a geadas tardias danificando-os. Na Itália a floração do Soreli® ocorre entre 1 e 21 de Maio para a região de Udine (nordeste da Itália) e entre 18 de Abril e 7 de Maio para a comuna de Montalbano Jonico (Região de Basilicata, Sul da Itália) (Dichio et al., 2013). Em 2014, no presente estudo, a floração ocorreu a 18 de Abril, tendo sido similar ao encontrado na comuna de Montalbano Jonico. O início da floração desta cultivar no Minho antecedeu o da cultivar Hayward em praticamente um mês (28 dias). É possível especular que uma vez que o sucesso da polinização é afectado por factores abióticos, como temperaturas baixas e precipitação (Sanzol and Herrero, 2001; Sotiropoulos et al., 2009a), e as temperaturas (médias, médias mínimas e médias máximas) são mais baixas para a região no mês de Abril (incluindo eventos extremos de temperaturas negativas) e que a precipitação é ligeiramente superior (Im and AEmet, 2011; URL 2), que esta precocidade possa também afectar negativamente a adaptação desta cultivar à região do Minho. Seriam no entanto necessários mais estudos para comprovar se o sucesso da polinização é afectada pela precocidade que ela regista no Minho.

Para os locais anteriormente citados a cultivar Soreli® entra em floração sensivelmente ao mesmo tempo da cultivar masculina Belén® (embora para a região de Udine em alguns anos a cultivar Soreli® entre em floração 1 ou 2 dias antes da cultivar Belén®), embora a cultivar Belén® continue em floração durante mais tempo do que a cultivar Soreli® (Dichio et al., 2013). Contudo, para as condições do Minho a cultivar Soreli® entrou em floração cerca de uma semana mais cedo do que a cultivar masculina Belén®, sendo que no pico de floração da cultivar Soreli® a cultivar Belén® começa a florir. Embora não seja possível com o presente estudo responder conclusivamente que a cultivar Belén® não é adequada para polinizador da cultivar Soreli® (para as condições do Minho), este dá uma boa indicação. Uma vez que a quantidade de pólen e a correcta fertilização estão directamente correlacionadas com o tamanho final do fruto (Testolin et al., 1991), as consequências da falta de sincronismo foram óbvias no final da campanha, mesmo tendo só sido observado um ano (2014), já que os calibres foram muito diversos e na sua maior parte não comerciais (figura 25). Adicionalmente, González et al. (1995) reporta que o período efectivo de polinização (PEP) para a cultivar Hayward é de cerca de 4 dias depois da ântese, estando limitado essencialmente pela viabilidade do estigma. Estes autores indicam que a partir do dia 5 para esta cultivar o vrigamento diminui consideravelmente. Assim é de prever que, se a cultivar Soreli® partilhar com a cultivar Hayward o mesmo PEP, mesmo existindo ainda algumas flores da cultivar feminina abertas estas já não serão polinizadas com o mesmo sucesso.



Figura 25 - Aspecto dos frutos da cultivar Soreli® no final da campanha de 2014. A: Aspecto do fruto da cultivar com calibre comercial. B1 e 2: Frutos da cultivar com calibres heterogéneos e não comerciais.

A performance desta cultivar do ponto de vista dos índices calculados (IA, IAF, IF) foi idêntica à da cultivar Hayward para o IA e o IF. Já o IAF foi significativamente maior para a cultivar Soreli® sendo similar ao da cultivar Tsechelidis®. Estes dados vão ao encontro do reportado por Dichio et al. (2013), que indicam que há uma fertilidade acrescida dos gomos da cultivar Soreli® em relação à cultivar Hayward. Embora o aumento verificado no presente estudo não seja na mesma ordem de magnitude do encontrado por estes autores. Efectivamente, estes autores indicam que o aumento da fertilidade dos gomos (em pomares com a mesma densidade de gomos por hectare) pode contribuir para um aumento na produção entre 30 a 50% face à cultivar Hayward.

Uma vez que a quantidade de sementes germinadas está directamente correlacionada com o peso do fruto é importante plantar cultivares masculinas que possuam uma boa performance, não só fenológica mas também ao nível da viabilidade germinativa do grão de pólen (Testolin et al., 1995). Assim, os dados da percentagem de germinação dos grãos de pólen aliados a medição do vigor germinativo permitem dar uma indicação de quais serão as cultivares mais indicadas para a correcta polinização da flor feminina. Portanto, é admissível constatar com base nos resultados que as cultivares Autari® e M56 são as mais promissoras do ponto de vista do sucesso da polinização, uma vez que apresentaram as melhores taxas de germinação do grão de pólen e de vigor germinativo, com resultados significativamente diferentes das restantes.

É impossível, contudo, no presente estudo responder com certeza a esta questão. Devendo-se este facto a dois problemas fundamentais:

- (1) A metodologia adoptada não quantifica o pólen disponibilizado por cada flor, existindo ainda diferentes índices de fertilidade para as diferentes cultivares masculinas (variando, portanto, o número de flores total por cultivar)
- (2) Devido à limitação da implementação das cultivares não foi possível fazer um delineamento factorial entre todas as cultivares e pomares. Ou seja, as cultivares não se encontram em todos os pomares.



Em relação ao primeiro problema é possível que mesmo uma cultivar com pólen de fraca viabilidade germinativa (como a cultivar Chieftain) possa, no entanto, ser suficiente para colmatar as necessidades das cultivares femininas, caso possua um maior número de flores e/ou uma maior quantidade de pólen por flor. De facto, vários autores indicam que para outras fruteiras mesmo com pólen de viabilidade reduzida a presença de alguns grãos com um tubo polínico vigoroso são suficientes para a correcta fertilização da flor (Einhardt et al., 2006; Scorza e Sherman, 1995). De facto, Scorza e Sherman (1995) consideram, para pessegueiro, que um bom pólen deve apresentar 50 a 80% de grãos germinados com tubos bem desenvolvidos. Assim, embora as cultivar Chieftain e P1 possuam fraco vigor germinativo quando comparadas com outras cultivares, é observável que há uma grande dispersão nos valores de comprimento do tubo polínico, existindo, portanto, alguns grãos de pólen com tubo polínico vigoroso. Porém é possível admitir, que para as cultivares cumprirem o seu papel existem demasiadas condicionantes: tem que possuir mais flores por planta e/ou mais pólen por flor para compensar não só a viabilidade germinativa mais reduzida, mas também para que estejam presentes em número suficiente grãos de pólen vigorosos.

Já para a segunda problemática, o presente estudo tentou encontrar efeitos entre pomares. Este delineamento foi possível apenas para a cultivar Chieftain e P1 nos pomares de Navarra e Lago. Não se encontrando para estas cultivares influência entre os pomares. Infelizmente não possuindo as cultivares Autari® e M56 nos mesmos pomares que as cultivares Chieftain e P1 não foi possível responder com certeza se as diferenças encontradas entre os pares de cultivares Chieftain-P1 e Autari®-M56 se devem efectivamente a diferenças entre genótipos ou à possibilidade do pomar de Prozelo ter condições óptimas para o desenvolvimento das cultivares masculinas de actínea em comparação com os outros pomares estudados. Admite-se, no entanto, que as diferenças entre genótipos se sobreponham às diferenças existentes entre os pomares, principalmente devido à proximidade que estes têm entre si, estando, portanto, sujeitas às mesmas condições edafoclimáticas e ao facto de não existir qualquer influência entre pomares para as cultivares Chieftain e P1.

Para a cultivar masculina Belén® é de notar que não foi possível germinar com sucesso os grãos de pólen desta cultivar. No entanto, uma vez que o pólen comercial de controlo também não germinou o mais provável é que tenha ocorrido um erro laboratorial. Por outro lado a quantidade de pólen disponível era muito pequena. Em comunicação pessoal com o encarregado da exploração o mesmo indicou que no ano anterior ao estudo (2013) não existiu também pólen, sendo necessário proceder à polinização assistida.

## 6. Conclusões e perspectivas futuras

Através deste estudo é possível obter algumas indicações preliminares de quais as melhores cultivares masculinas para o cultivo de Kiwi na região do Minho. Embora não seja possível afirmar com certeza quais as melhores devido à falta de dados anuais consecutivos, os dados são suficientemente robustos para dar uma boa indicação do seu comportamento.

Em relação a cultivares masculinas, as cultivares com melhor performance e mais promissoras foram as cultivares Autari® e M56, com um excelente sincronismo com as cultivares Hayward e Earligreen®, e com uma viabilidade germinativa do grão de pólen superior às restantes, o que poderá indicar que são as mais adaptadas para as condições edafoclimáticas do Minho. A cultivar Chieftain teve um comportamento inferior às restantes cultivares sendo, no entanto, de ressaltar que é possível que seja igualmente suficientemente boa para a correcta polinização de um pomar de actínídea caso se cumpram alguns pressupostos.

Já nas cultivares femininas observa-se que a cultivar Tsechelidis® apresentou fertilidade acrescida, o que aliado às características do fruto, indica que é uma cultivar possivelmente bem-adaptada à região. É necessário, no entanto, alguma cautela na escolha dos polinizadores para esta cultivar uma vez que se observou no presente estudo fraca sincronia com algumas das cultivares polinizadoras. A cultivar Earligreen® apresentou-se também muito promissora já que apresenta desenvolvimento fenológico similar ao da cultivar Hayward (permitindo que sejam usadas as mesmas cultivares masculinas na instalação do pomar) e um número de frutos por gomo fértil superior. No entanto, são necessários estudos subsequentes para verificar se estas características se mantêm ao longo do tempo.

Em relação ao Soreli® e ao seu polinizador Belén® foi possível observar que a sincronia entre florações foi praticamente nula e que o Belén® poderá não ter a melhor capacidade germinativa nas condições climáticas minhotas. A cultivar Soreli®, foi sem dúvida a que melhor demonstrou que a uma fertilização feminina deficiente leva a uma produção com calibres não comerciais. Uma vez que em comunicação pessoal com o encarregado da exploração houve a indicação que o problema era recorrente é possível concluir que, para que o Soreli® possa ser explorado comercialmente nas melhores condições, é necessário encontrar uma cultivar masculina adequada quer a nível fenológico quer a nível fisiológico.

Este estudo deixa em aberto algumas questões: (1) Embora a escala BBCH seja efectivamente útil, há do ponto de vista estatístico várias lacunas que a comunidade científica que a usa ainda não procurou resolver, o que poderá limitar o seu uso generalizado como ferramenta de observação fenológica. (2) Era necessário, para uma conclusão precisa sobre

a adaptação fenológica e fisiológica das diferentes cultivares estudadas, que o estudo decorresse por pelo menos mais 2 anos. (3) Para ser possível obter conclusões mais precisas quanto às diferenças entre cultivares seria vantajoso ter (se possível) a mesma cultivar numa maior quantidade de pomares com monitorização local das variáveis climáticas.

## 7. Bibliografia

- Antunes, M.D. (Ed.), 2008. Kiwi - Da produção à comercialização. Universidade do Algarve, Faro.
- Balestra, G.M., Renzi, M., Mazzaglia, a., 2010. First report of bacterial canker of *Actinidia deliciosa* caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in Portugal. *New Dis. Reports* 22, 10. doi:10.5197/j.2044-0588.2010.022.010
- Beatson, R.A., Datson, P.M., Ferguson, A.R., Montefiori, M., 2014. Use of Kiwifruit Germplasm Resources for Genetic Improvement. *Acta Hortic.* 25–34.
- Campoy, J.A., Ruiz, D., Egea, J., 2011. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 130, 357–372. doi:10.1016/j.scienta.2011.07.011
- Costa, G., 1999. Kiwifruit orchard management: new developments. *Acta Hortic.* 111–119.
- Costa, G., Testolin, R., Vizzotto, G., 1993. Kiwifruit pollination: An unbiased estimate of wind and bee contribution. *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 21, 189–195. doi:10.1080/01140671.1993.9513767
- de Mendiburu, F., 2015. *agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*.
- Dichio, B., Tuzio, A.C., Xiloyannis, C., Rigo, G., Comuzzo, G., Frezza, R., Macor, D., Micolini, G., Cipriani, G., Testolin, R., 2013. Kiwi Soreli : prove di coltivazione da Nord a Sud Italia. *L'informatore Agrar.* 42–47.
- Dichio, B., Tuzio, A.C., Xiloyannis, C., Rigo, G., Lovato, R., Comuzzo, G., Frezza, R., 2015. The New Yellow-Fleshed Kiwifruit ( *Actinidia chinensis* Pl. ) “ Soreli ”: Conclusions from Six Years of Cultivation in Different Climatic Areas 149–154.
- Dimitrios, S., Thomas, S., Dimitrius, A., Magda, K., Antonius, P., Ioannis, T., Anna, K., Eleni, P., Athanasios, P., Polyxeni, P., 2006. Evaluation of the new kiwifruit variety “Tsechelidis” and comparison with the cultivated “Hayward” variety. *Thessaloniki*.
- Einhardt, P., Correa, E., Raseira, M. do C., 2006. Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro 1. *Rev. Bras. Frutic.* 28, 5–7.
- FAO ,2013, FAOSTAT database collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. data de consulta: Janeiro 2013 URL: <http://faostat.fao.org>
- Ferguson, A.R., Seal, A.G., 2008. Kiwifruit, in: Hancock, J.F. (Ed.), *Temperate Fruit Crop Breeding*. pp. 235–264.
- Ferguson, A.R., Seal, A.G., Davison, R.M., 1990. Cultivar improvement, genetics and breeding of Kiwifruit. *Acta Hortic.* 335–347.
- Finn, C.E., Clark, J.R., 2012. Register of New Fruit and Nut Cultivars List 46. *Hort Sci.* 47, 536–562.

- Games, P.A., Howell, J.F., 1976. Pairwise multiple comparison procedures with unequal N's and/or variances: A Monte Carlo study. *J. Educ. Behav. Stat.* 1, 113–125. doi:10.3102/10769986001002113
- Glass, G. V, Peckham, P.D., Sanders, J.R., 1972. Consequences of Failure to Meet Assumptions Underlying the Fixed Effects Analyses of Variance and Covariance. *Rev. Educ. Res.* 42, 237–288. doi:10.3102/00346543042003237
- González, M.V., Coque, M., Herrero, M., 1995. Stigmatic Receptivity Limits The Effective Pollination Period In Kiwifruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 120, 199–202.
- Guerner-Moreira, J. F. & Rodrigues, J. R., 1994. La production du kiwi au Portugal. In: *Production du kiwi (Actinidia deliciosa) en Europe. Rendements, qualité et aspects économiques.* (R. Monet, Ed.), INRA, Bordéus, França. Bordéus, 25 e 26 de Maio de 1994, 41-55.
- Harwell, M.R., Rubinstein, E.N., Hayes, W.S., Olds, C.C., 1992. Summarizing Monte Carlo Results in Methodological Research: The One- and Two-Factor Fixed Effects ANOVA Cases. *J. Educ. Behav. Stat.* 17, 315–339. doi:10.3102/10769986017004315
- Hennion, B., Floc'hlay, F., Hutin, C., Mazolier, J., Vaysse, P., Baudry, A., Fournier, J.-M., 2003. *Le Kiwi*, 1st ed. Centre technique interprofissionais des fruits et légumes, Paris.
- Hopping, M., 1990. Floral Biology, Pollination, and Fruit set, in: Warrington, I.J., Weston, G.C. (Eds.), *Kiwifruit: Science and Management*. New Zealand Society for Horticultural Science, Auckland, pp. 71–96.
- Im, AEmet, 2011. *Atlas Climático Ibérico - Iberian Climate Atlas*.
- INE 2014, *Estatísticas Agrícolas 2013*. LISBOA: INE, 2014. Consultado: 2014. URL: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000019&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000019&contexto=bd&selTab=tab2)
- Linsley-Noakes, G.C., Allan, P., 1987. Effects of winter temperatures on flower development in two clones of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson). *Sci. Hortic.* (Amsterdam). 33, 249–260. doi:10.1016/0304-4238(87)90072-0
- Lix, L.M., Keselman, J.C., Keselman, H.J., 1996. Consequences of Assumption Violations Revisited: A Quantitative Review of Alternatives to the One-Way Analysis of Variance F Test. *Rev. Educ. Res.* 66, 579–619. doi:10.3102/00346543066004579
- Mavromatis, A., 2007. Final Report - Genetic analyses in actinidia plant tissue samples of the commercial variety “Tsechelidis.” Volos.
- Monteiro, A., Ferreira, C., Madureira, H., Quenol, H., Maciel, A., Pinto, A., Ramadas, I., Guerner, J.,

2005. ATLAS AGROCLIMATOLÓGICO DO ENTRE DOURO E MINHO - Relatório final. Porto.
- Peters, G.-Jo., 2016. {userfriendlyscience}: Quantitative analysis made accessible.
- R Core Team, 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Rusticus, S. a, Lovato, C.Y., 2014. Impact of Sample Size and Variability on the Power and Type I Error Rates of Equivalence Tests : A Simulation Study. Pract. Assesment, Res. Eval. 19.
- Salinero, M.C., Lema, M.J., 1999. EFECTOS DE LA CIANAMIDA DE HIDROGENO EN LA BROTON, FERTILIDAD, COMPOSICION Y PRODUCCIONES DE KIWI. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. 14, 3.
- Salinero, M.C., Vela, P., Sainz, M.J., 2009. Phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* “Hayward”). Sci. Hortic. (Amsterdam). 121, 27–31. doi:10.1016/j.scienta.2009.01.013
- Sanzol, J., Herrero, M., 2001. The “effective pollination period” in fruit trees. Sci. Hortic. (Amsterdam). 90, 1–17. doi:10.1016/S0304-4238(00)00252-1
- Schmider, E., Ziegler, M., Danay, E., Beyer, L., Bühner, M., 2010. Is It Really Robust?: Reinvestigating the robustness of ANOVA against violations of the normal distribution assumption. Methodology 6, 147–151. doi:10.1027/1614-2241/a000016
- SCORZA, R., SHERMAN, W.B., 1995. Peeches, in: J., J. (Ed.), Fruit Breeding. John & Sons, New York, pp. 325–440.
- Snowball, A., 1997. Flower evocation on Kiwifruit - When does it occur? Acta Hortic. 1, 377–382.
- Sotiropoulos, T., Box, P.O., Koukourikou-petridou, M., Petridis, A., 2009a. “Tsechelidis ” Kiwifruit. Hort Sci. 44, 466–468.
- Sotiropoulos, T., Thomidis, T., Almaliotis, D., Papadakis, I., Educational, T., 2009b. Evaluation of Some Agronomical Characters and Resistance to Botrytis of the New Kiwifruit cv . “ Tsechelidis ” ( *A . deliciosa* ) in Comparison to the 383–388.
- Testolin, R., Cipriani, G., 2010. KIWI PLANT NAMED “SORELI.” US PP21,552 P3.
- Testolin, R., Cipriani, G., Gottardo, L., Costa, C., 1995. Valutazione de selezioni maschili di actinidia come impollinatori per la cv. “Hayward”. Riv. di Fruttic. 63–68.
- Testolin, R., Ferguson, a. R., 2009. Kiwifruit ( *Actinidia* spp.) production and marketing in Italy, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. doi:10.1080/01140670909510246
- Testolin, R., Vizzotio, G., Costa, G., 1991. Kiwifruit pollination by wind and insects in Italy. New Zeal. J. Crop Hortic. Sci. 19, 381–384. doi:10.1080/01140671.1991.10422880
- Warrington, I.J., Weston, G.C., 1990. Kiwifruit: science and management. New Zealand Society for Horticultural Science.

- Wickham, H., 2011. The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis. *J. Stat. Softw.* 40, 1–29.
- Wickham, H., 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

## **8. Websites**

**URL 1:** <http://www.kiwi-Tsechelidis@.com/en/characteristics.htm>

**URL 2:** <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/004/>

**URL 3:** <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=agr&idDep=agr&idTema=&curAno=-1>



## 9. Anexos

### 9.1. Anexo I

#### Descrição dos estádios fenológicos da Actínídea segundo a escala BBCH (adaptado de Salinero et al., 2009)

##### *Estádio de desenvolvimento 0: Desenvolvimento do gomo*

- 00** Dormência: Os gomos crescidos no ano anterior encontram-se completamente fechados. É visível um pequeno ostíolo (<2mm de diâmetro).
- 01** Início do entumescimento do gomo: Os gomos activos começam a inchar. É possível observar pequenas escamas cobertas por tricomas brancos.
- 03** Fim do entumescimento do gomo: Escamas, densamente cobertas por tricomas castanhos rompem do tecido lenhificado.
- 07** Início do rebentamento: Folhas e gomos florais fechados em escamas e cobertos por tricomas castanhos.
- 09** Escamas separam-se e observam-se as pontas verdes das primeiras folhas.

##### *Estádio de desenvolvimento 1: Desenvolvimento foliar*

- 10** O gomo desenvolve-se para uma roseta contendo algumas folhas visíveis.
- 11** Primeiras folhas separam-se do lançamento.
- 12-18** Duas a Oito folhas separadas, mas ainda sem atingirem o tamanho final.
- 19** Primeiras folhas completamente desenvolvidas.

##### *Estádio de desenvolvimento 3: Desenvolvimento do lançamento*

- 31** O lançamento atinge cerca de 10% do comprimento final.
- 35** O lançamento atinge cerca de 50% do comprimento final.
- 39** O lançamento atinge cerca de 90% do comprimento final.

##### *Estádio de desenvolvimento 5: Emergência das inflorescências*

- 51** Intumescimento do gomo floral: Gomos fechados, sem pedúnculo, sépalas verdes cobertas por tricomas.
- 53** Gomos florais em crescimento: Gomos ainda fechados, pedúnculos avermelhados a alongarem-se.
- 55** Início da separação das sépalas: Corola branca-esverdeada visível; pedúnculos continuam a alongarem-se.
- 56** Sépalas continuam a separarem-se; pedúnculos alongam-se e engrossam. A corola é já claramente visível, maior que o cálice, muda de cor de branco-esverdeado para branca.
- 57** Corola em estágio de “balão”: As primeiras flores com pétalas brancas formam uma bola oca. Uma primeira pétala separa-se das restantes.
- 59** Várias pétalas separam-se: Os pistilos ainda não são visíveis, mas já mais longos que o cálice.

##### *Estádio de desenvolvimento 6: Floração*

- 60** Primeira flor aberta: Corola aberta em forma de sino.
- 61** Início da floração: 10% das flores abertas.
- 65** Pico da floração: Pelo menos 50% das flores abertas.
- 67** Primeiras pétalas emurhecem e caem. Alguns pistilos ainda férteis.
- 68** Maioria das pétalas secas ou caídas. Todos os pistilos secos e não mais funcionais.
- 69** Fim da floração: frutos já visíveis.

*Estádio de desenvolvimento 7:  
Desenvolvimento dos frutos*

- 71** Frutos com cerca de 10% do tamanho final, já apresentando a característica forma ovóide alongada, núcleo branco e o pericarpo verde característico da cultivar.
- 73** Frutos com cerca de 30% do tamanho final.
- 75** Frutos com cerca de 50% do tamanho final.
- 79** Frutos com cerca de 90% do tamanho final: frutos prontos para a apanha comercial.

*Estádio de desenvolvimento 8: Maturidade do fruto*

- 81** Sementes atingem o seu tamanho final, endurecem e mudam de cor de branco para castanho.

- 85** Frutos maduros para apanha comercial. A cor da semente torna-se negra. Conteúdo em sólidos solúveis superior a 6.2%. Fruto na sua plena maturação fisiológica, embora ainda não edível.

- 89** Fruto completamente maturado e edível: O fruto tem o típico sabor e firmeza da cultivar.

*Estádio de desenvolvimento 9: Senescência.  
Início da dormência*

- 91** Crescimento dos lançamentos completa; Folhas com cor verde escura.

- 93** Início da senescência das folhas mais antigas; Início da queda das folhas.

- 97** Todas as folhas caíram. Dormência invernal.

## 9.2. Anexo II

### Descrição dos estádios fenológicos de cvs. masculinas de *Actinídea* segundo a escala BBCH (adaptado de Salinero et al., 2009)

#### *Estádio de desenvolvimento 0: Desenvolvimento do gomo*

- 00** Dormência: Os gomos crescidos no ano anterior encontram-se completamente fechados. É visível um pequeno ostíolo (<2mm de diâmetro).
- 01** Início do entumescimento do gomo: Os gomos activos começam a inchar. É possível observar pequenas escamas cobertas por tricomas brancos.
- 03** Fim do entumescimento do gomo: Escamas, densamente cobertas por tricomas castanhos rompem do tecido lenhificado.
- 07** Início do rebentamento: Folhas e gomos florais fechados em escamas e cobertos por tricomas castanhos.
- 09** Escamas separam-se e observam-se as pontas verdes das primeiras folhas.

#### *Estádio de desenvolvimento 1: Desenvolvimento foliar*

- 10** O gomo desenvolve-se para uma roseta contendo algumas folhas visíveis.
- 11** Primeiras folhas separam-se do lançamento.
- 12-18** Duas a Oito folhas separadas, mas ainda sem atingirem o tamanho final.
- 19** Primeiras folhas completamente desenvolvidas.

#### *Estádio de desenvolvimento 3: Desenvolvimento do lançamento*

- 31** O lançamento atinge cerca de 10% do comprimento final.
- 35** O lançamento atinge cerca de 50% do comprimento final.
- 39** O lançamento atinge cerca de 90% do comprimento final.

#### *Estádio de desenvolvimento 5: Emergência das inflorescências*

- 51** Intumescimento do gomo floral: Gomos fechados, sem pedúnculo, sépalas verdes cobertas por tricomas.
- 53** Gomos florais em crescimento: Gomos ainda fechados, pedúnculos avermelhados a alongarem-se.
- 55** Início da separação das sépalas: Corola branca-esverdeada visível; pedúnculos continuam a alongarem-se.
- 56** Sépalas continuam a separarem-se; pedúnculos alongam-se e engrossam.
- 57** Corola em estágio de “balão”: As primeiras flores com pétalas brancas formam uma bola oca. Uma primeira pétala separa-se das restantes.
- 59** Várias pétalas separam-se.

#### *Estádio de desenvolvimento 6: Floração*

- 60** Primeira flor aberta: Corola aberta em forma de sino.
- 61** Início da floração: 10% das flores abertas.
- 65** Pico da floração: Pelo menos 50% das flores abertas.
- 67** Primeiras pétalas a desvanecer e/ou caírem. Alguns estames com pólen disponível
- 68** Maioria das pétalas caídas ou secas. Estames secos e sem pólen visível disponível.
- 69** Fim da floração. Flores masculinas secas e/ou caídas.

#### *Estádio de desenvolvimento 9: Senescência. Início da dormência*

- 91** Crescimento dos lançamentos completa; Folhas com cor verde escura.
- 93** Início da senescência das folhas mais antigas; Início da queda das folhas.
- 97** Todas as folhas caíram. Dormência invernal.

## 9.2. Anexo III – Análises estatísticas

### 9.2.1. Viabilidade e vigor germinativo do grão de pólen

#### 9.2.1.1. Viabilidade germinativa

Análise ao factor pomar e efeito de interacção cultivar/pomar:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	1	0.0055	0.005477	0.561	0.457
Pomar	1	0.0099	0.009882	1.011	0.318
Cultivar:Pomar	1	0.0003	0.000255	0.026	0.872
Residuals	68	0.6644	0.009770		

Figura 1 - Resultado ajustamento ANOVA factorial ao efeito cultivar (Chieftain e P1), Pomar (Navarra e Lago) e efeitos de interacção.

Bartlett test of homogeneity of variances	
data: Razao by interaction(Cultivar, Pomar)	
Bartlett's K-squared = 9.4493, df = 3, p-value = 0.02388	

Figura 2 - Resultados teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.

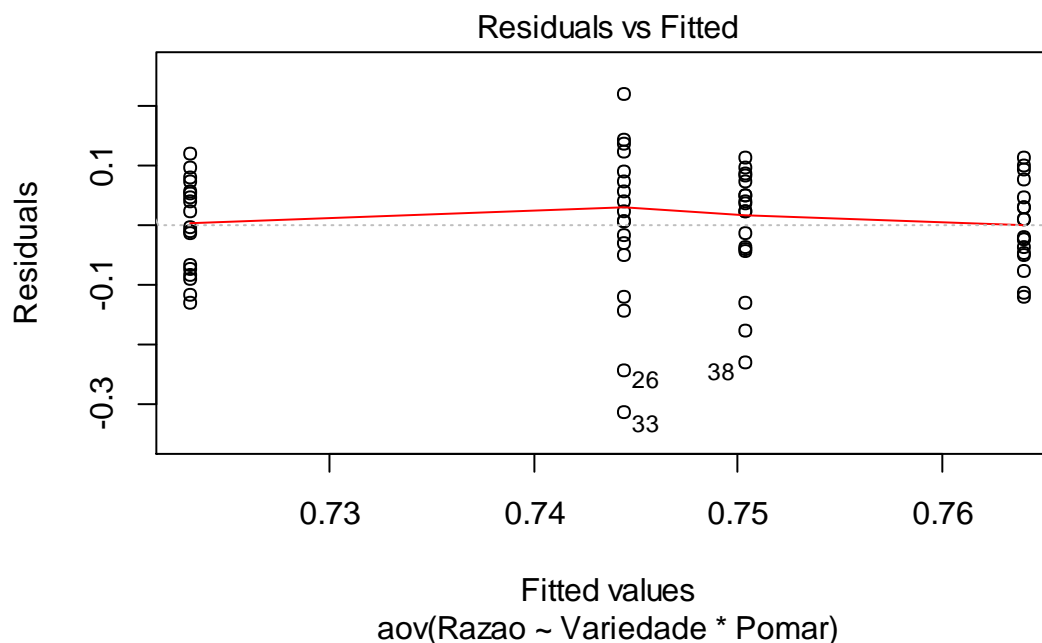


Figura 3 - Gráfico dos Resíduos versus valores ajustados.

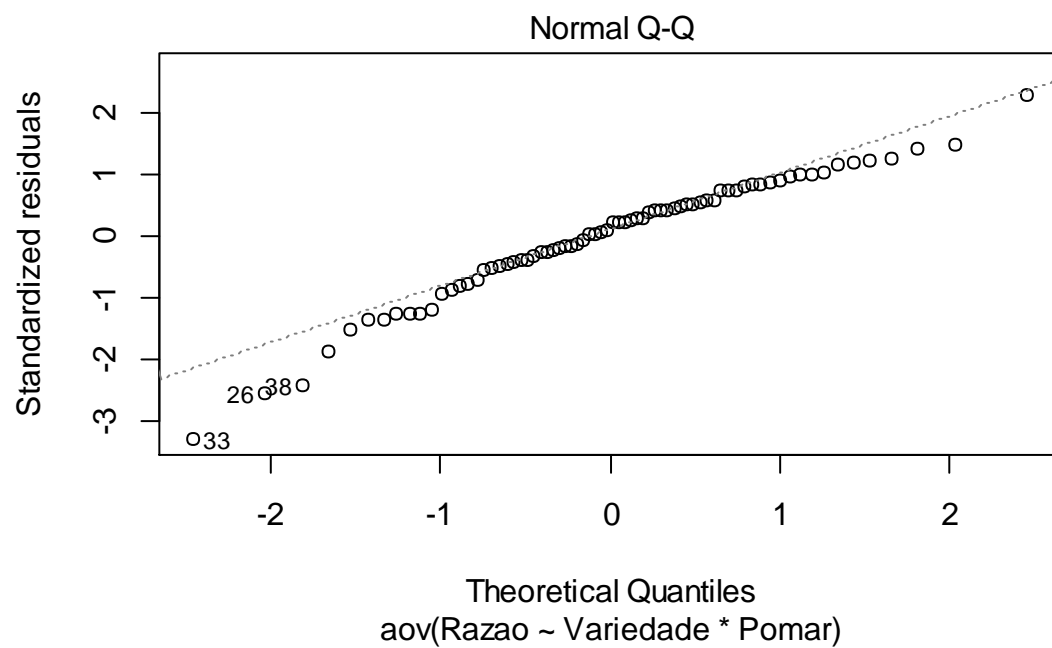


Figura 4 - Gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade.

Análise ao efeito cultivar:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	3	6510	2169.9	26.57	2.68e-13	***
Residuals	122	9962	81.7			
---						
signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 5 - Resultado do ajustamento do modelo ANOVA a um factor

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	per by Variedade
Bartlett's K-squared	= 15.668, df = 3, p-value = 0.001326

Figura 6 - Resultados do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias

Tukey multiple comparisons of means 95% family-wise confidence level					
Fit: aov(formula = per ~ Cultivar, data = Viabilidade)					
\$Variedade					
	diff	lwr	upr	p adj	
Chieftain-Autari	-17.3731196	-23.779174	-10.967065	0.0000000	
M56-Autari	-2.9248425	-10.770625	4.920940	0.7661481	
P1-Autari	-17.1341974	-23.928844	-10.339551	0.0000000	
M56-Chieftain	14.4482771	8.042223	20.854332	0.0000002	
P1-Chieftain	0.2389222	-4.825509	5.303353	0.9993333	
P1-M56	-14.2093550	-21.004002	-7.414708	0.0000016	

Figura 7 - Resultados do pós-teste de Tukey ao factor cultivar

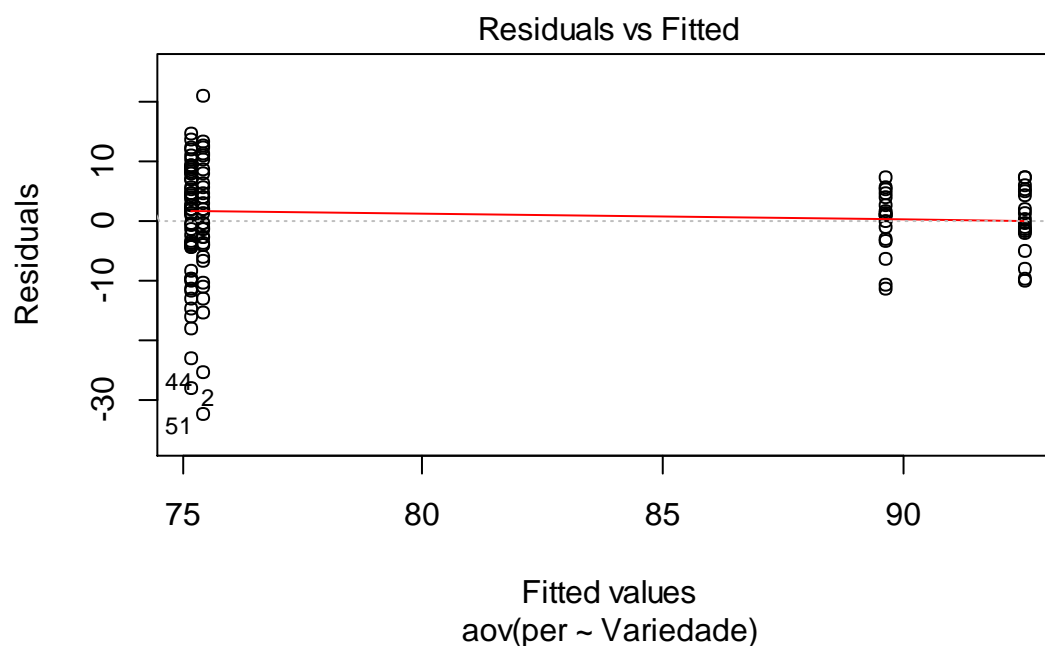


Figura 8 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

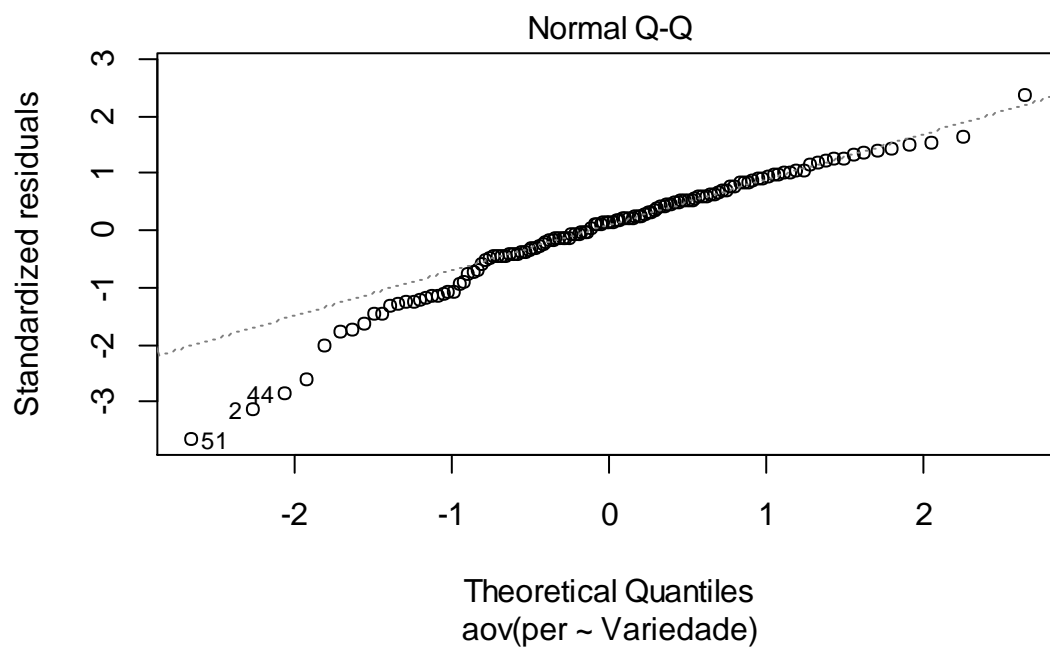


Figura 9 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade.

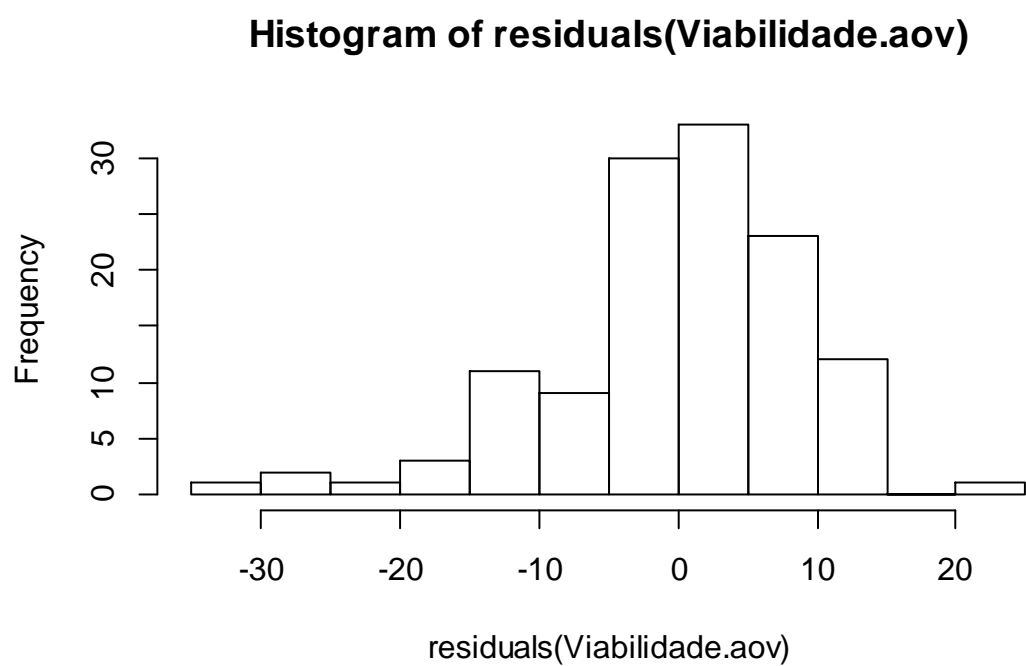


Figura 10 - Histograma dos resíduos do modelo

Modelo ANOVA de Welch:

One-way analysis of means (not assuming equal variances)	
data: per and Cultivar	
F = 42.662, num df = 3.000, denom df = 55.427, p-value = 2.004e-14	

Figura 11 - Resultado da ANOVA de Welch ao factor cultivar.

	n	means	variances	
Autari	18	92.554	30.980	a
Chieftain	54	75.180	92.139	b
M56	18	89.629	27.788	a
P1	36	75.419	116.547	b

	t	df	p
Autari:Chieftain	9.38417	51.257	1.8207e-12
Autari:M56	1.61871	33.900	3.8201e-01
Autari:P1	7.69462	51.904	2.3356e-09
Chieftain:M56	8.01442	54.135	5.5002e-10
Chieftain:P1	0.10746	68.965	9.9955e-01
M56:P1	6.49841	51.996	1.8502e-07

Figura 12 - Resultado do pós-teste de Games-Howell para o factor Cultivar

### 9.2.1.2. Vigor germinativo

Análise ao efeito pomar e efeitos de interação pomar/cultivar:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	1	43340	43340	3.712	0.0548
Pomar	1	2507	2507	0.215	0.6434
Cultivar:Pomar	1	21778	21778	1.865	0.1729
Residuals	356	4156847	11677		
---					
Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01
		'*'	0.05	'.'	0.1
		' '			1

Figura 13 - Resultado ajustamento ANOVA factorial ao efeito cultivar (Chieftain e P1), Pomar (Navarra e Lago) e efeitos de interação.

Bartlett test of homogeneity of variances	
data: Comprimento by interaction(Cultivar, Pomar)	
Bartlett's K-squared = 4.5628, df = 3, p-value = 0.2068	

Figure 14 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.



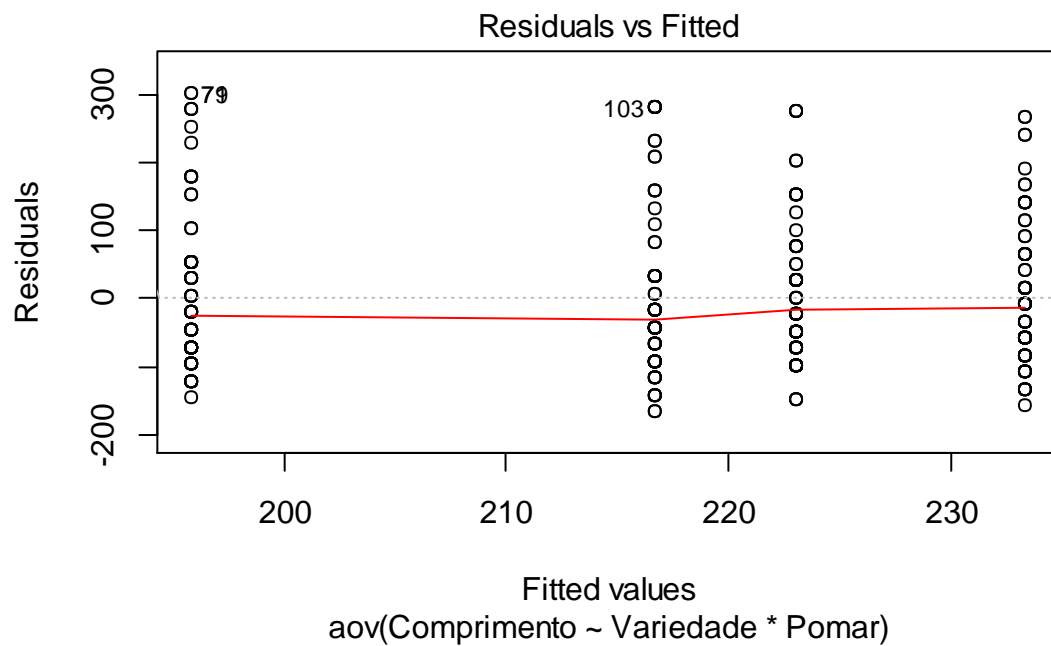


Figura 15 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

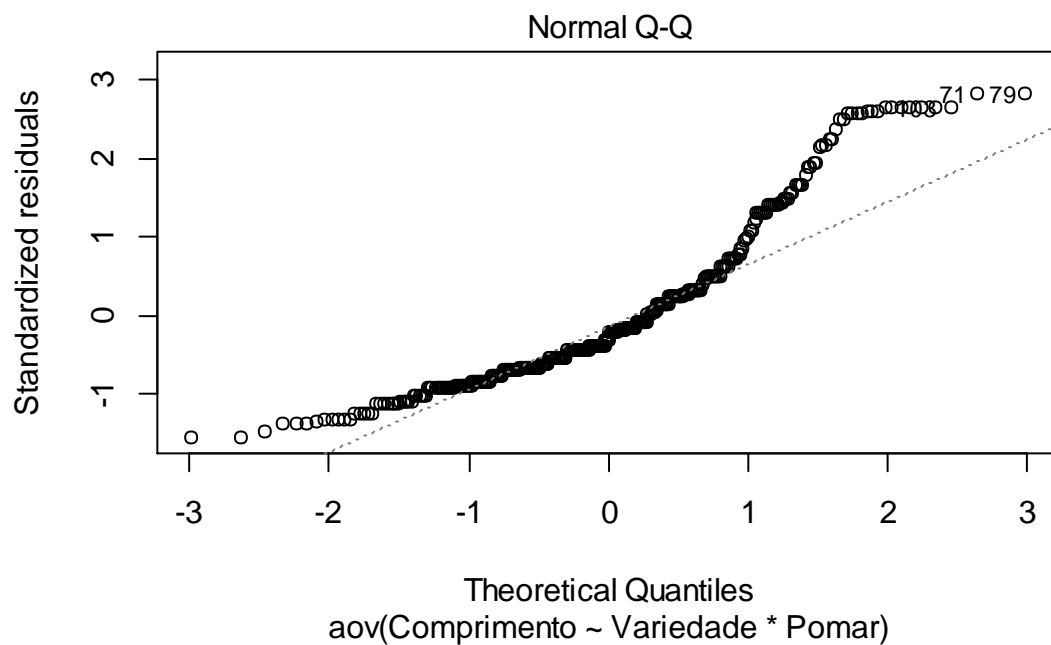


Figura 16 - Gráfico do ajustamento dos resíduos do modelo à normalidade

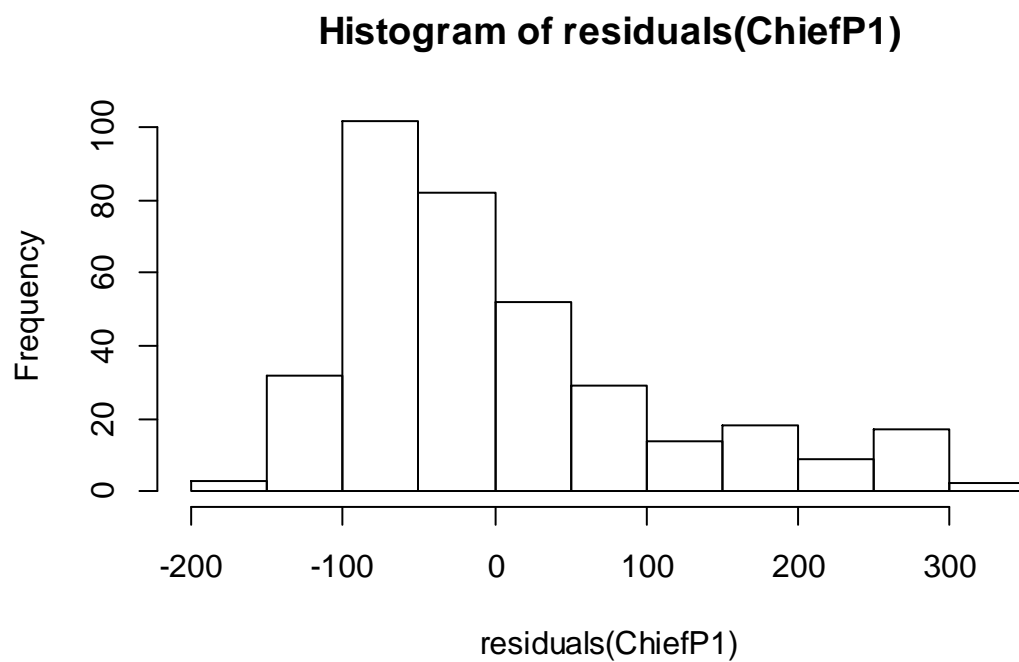


Figura 17 - Histograma dos resíduos do modelo ANOVA

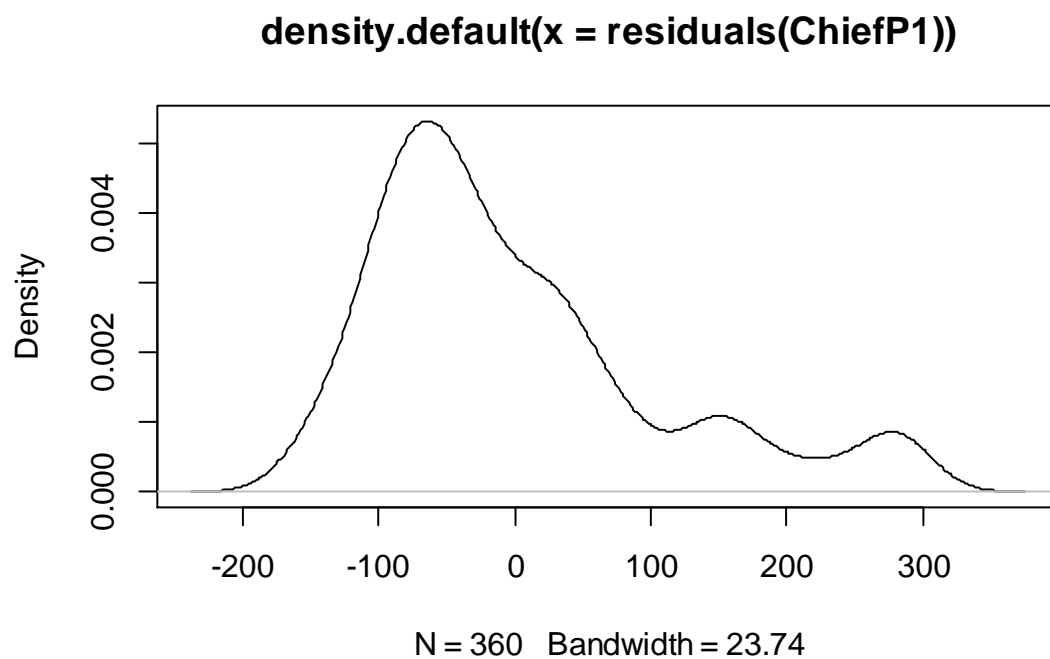


Figura 18 - Gráfico da densidade dos resíduos do modelo ANOVA.

Dados tratados com LN:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	1	2.13	2.1309	9.258	0.00252	**
Pomar	1	0.05	0.0520	0.226	0.63496	
Cultivar:Pomar	1	0.54	0.5426	2.358	0.12556	
Residuals	356	81.94	0.2302			
---						
signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 19 - Resultado ajustamento ANOVA factorial ao efeito cultivar (Chieftain e P1), Pomar (Navarra e Lago) e efeitos de interacção entre Cultivar/Pomar.

Bartlett test of homogeneity of variances	
data: ln.comprimento by interaction(Cultivar, Pomar)	
Bartlett's K-squared = 8.9819, df = 3, p-value = 0.02953	

Figura 20 - Resultados do teste de Bartlett à homogeneidade de Variâncias.

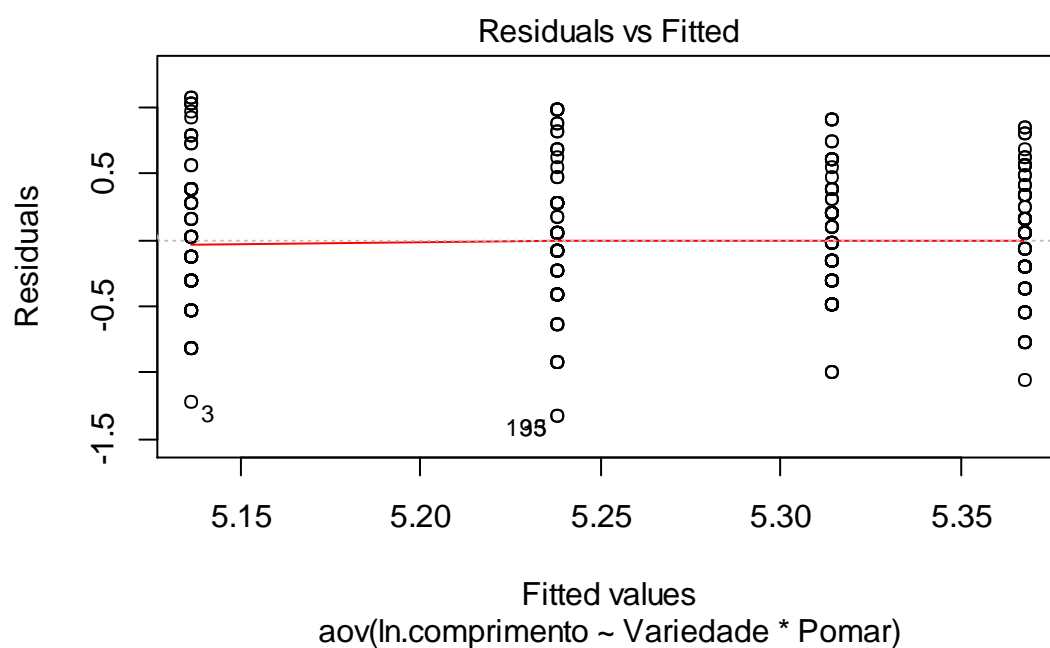


Figura 21 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados

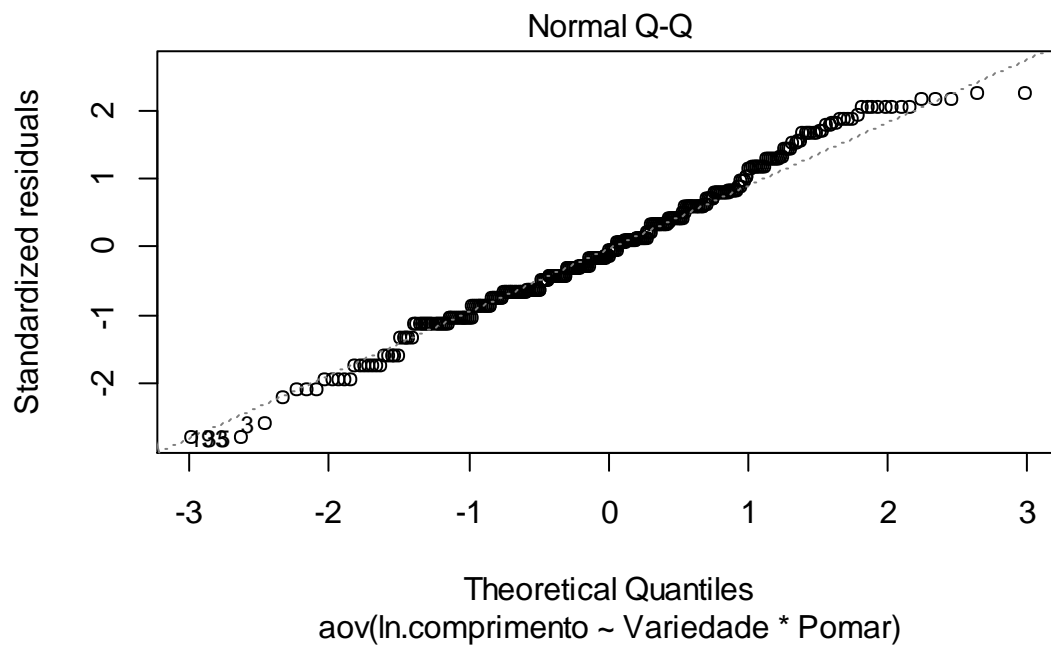


Figura 22 - Gráfico do ajustamento dos resíduos do modelo à normalidade

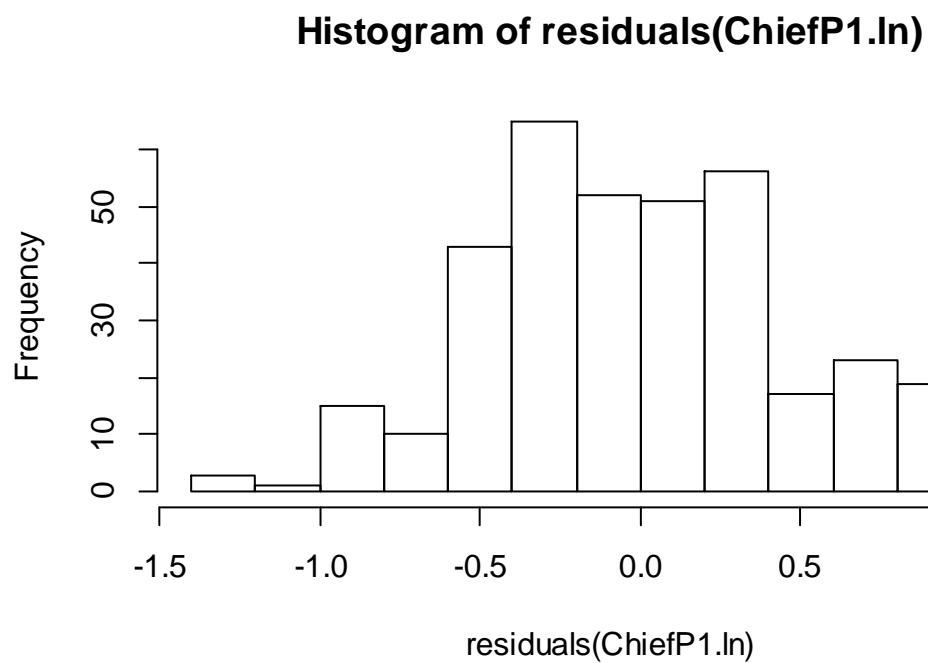


Figura 23 - Histograma dos resíduos do modelo ANOVA.

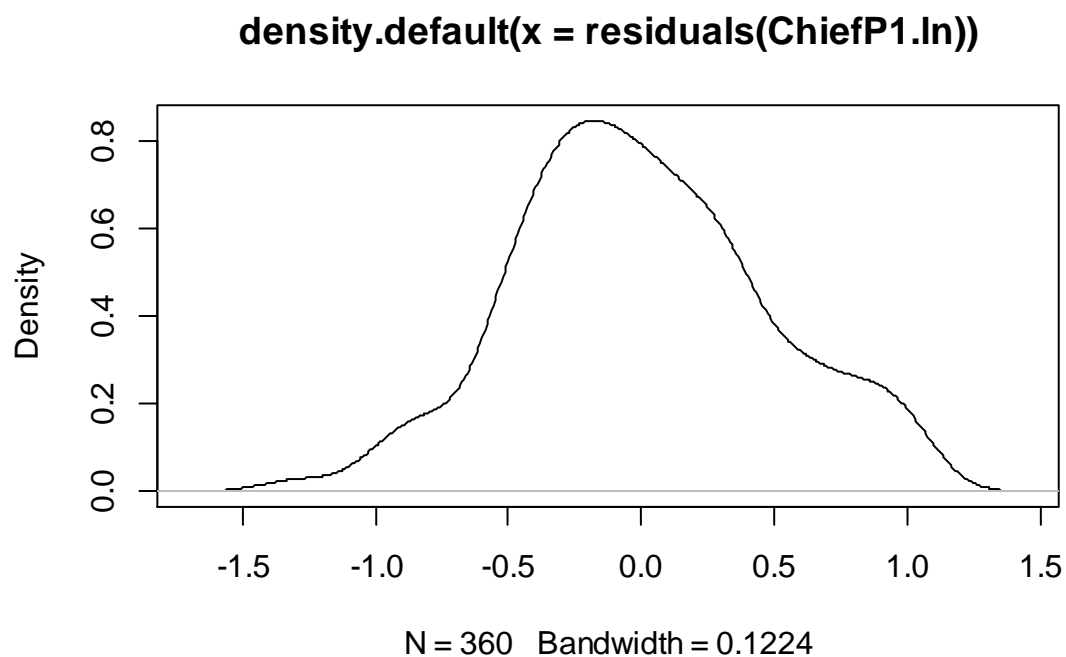


Figura 24 - Gráfico de densidade dos resíduos do modelo ANOVA.

Análise ao efeito cultivar:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	3	561512	187171	14.34	4.78e-09	***
Residuals	626	8170258	13052			
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Figura 25 - Resultados do ajustamento do modelo ANOVA ao factor Cultivar.

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	Comprimento by Cultivar
Bartlett's K-squared	= 10.046, df = 3, p-value = 0.01818

Figura 26 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.

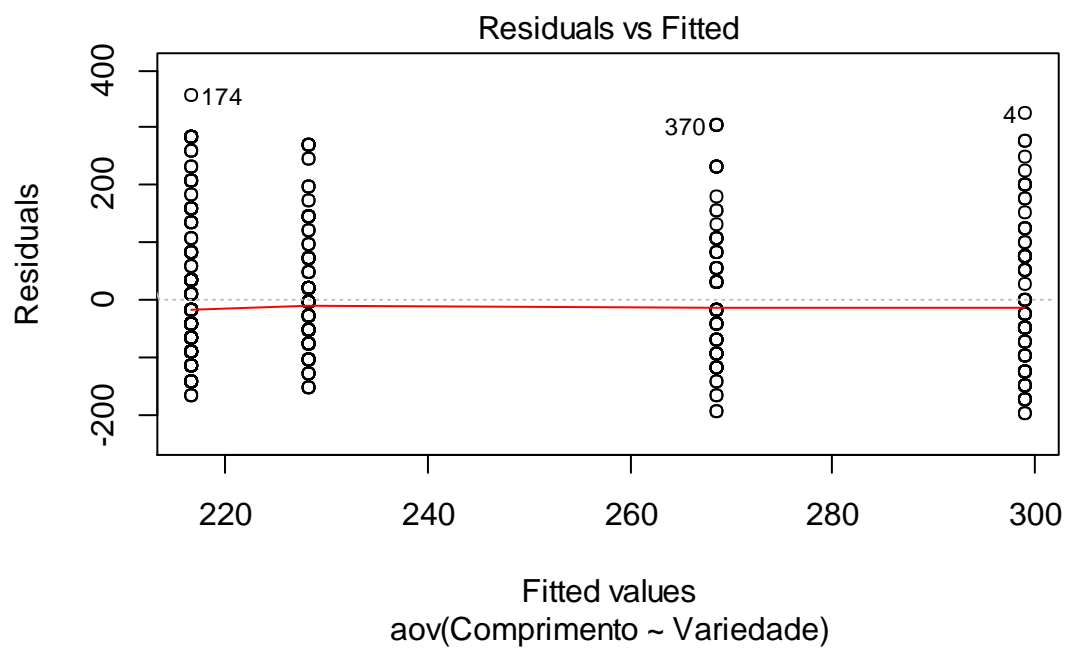


Figura 27 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

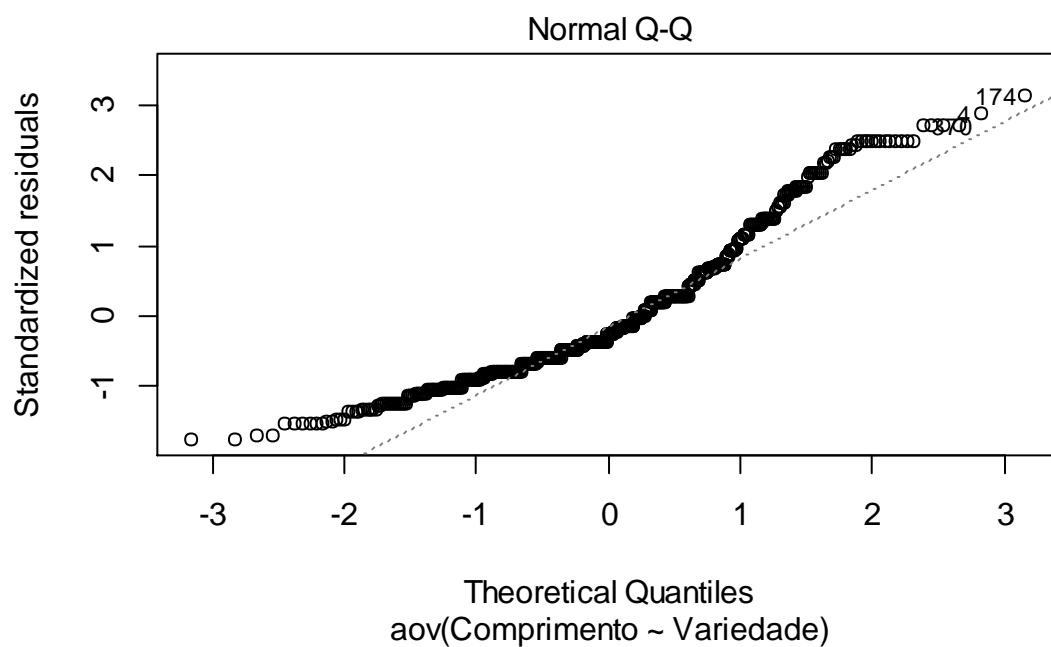


Figura 28 - Gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade

Tukey multiple comparisons of means  
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = Comprimento ~ Cultivar, data = Tubo)

\$Cultivar	diff	lwr	upr	p adj
Chieftain-Autari	-82.59259	-118.41175	-46.773432	0.0000000
M56-Autari	-30.55556	-74.42489	13.313778	0.2770591
P1-Autari	-70.97222	-108.96418	-32.980265	0.0000111
M56-Chieftain	52.03704	16.21788	87.856198	0.0011390
P1-Chieftain	11.62037	-16.69716	39.937903	0.7157711
P1-M56	-40.41667	-78.40862	-2.424709	0.0319636

Figura 29 - Resultados do pós-teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) às cultivares.

Após tratamento com logaritmo de base natural:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Cultivar	3	10.38	3.460	15.52	9.45e-10 ***
Residuals	626	139.54	0.223		

---  
signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 30 - Resultados do ajustamento do modelo ANOVA ao factor Cultivar.

Bartlett test of homogeneity of variances

data: ln.comprimento by Cultivar  
Bartlett's K-squared = 7.8696, df = 3, p-value = 0.04878

Figura 31 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variância

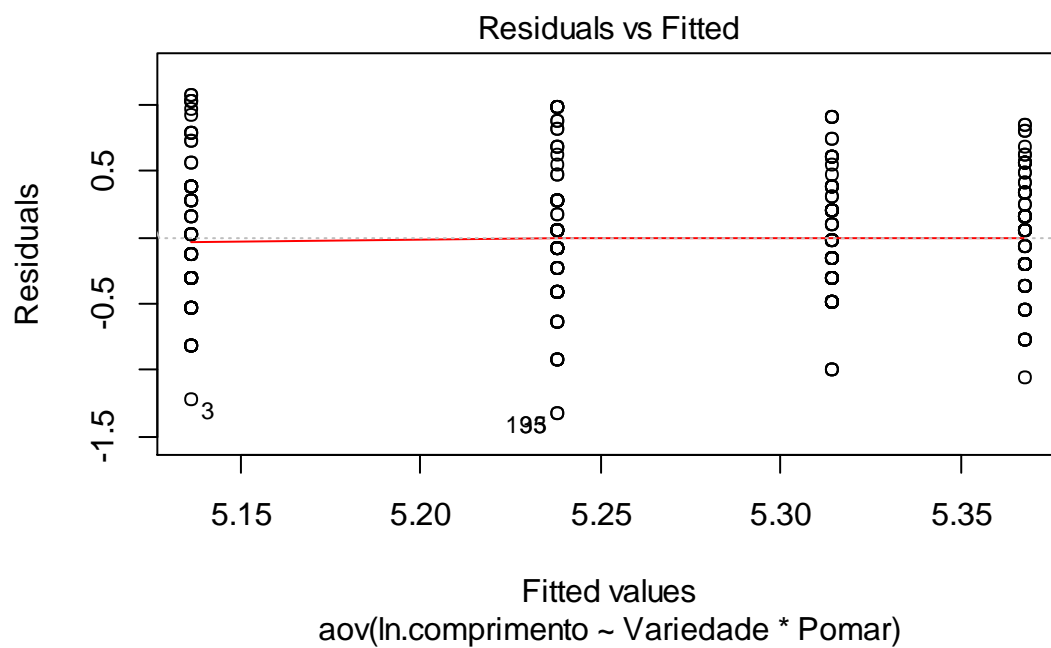


Figura 32 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados

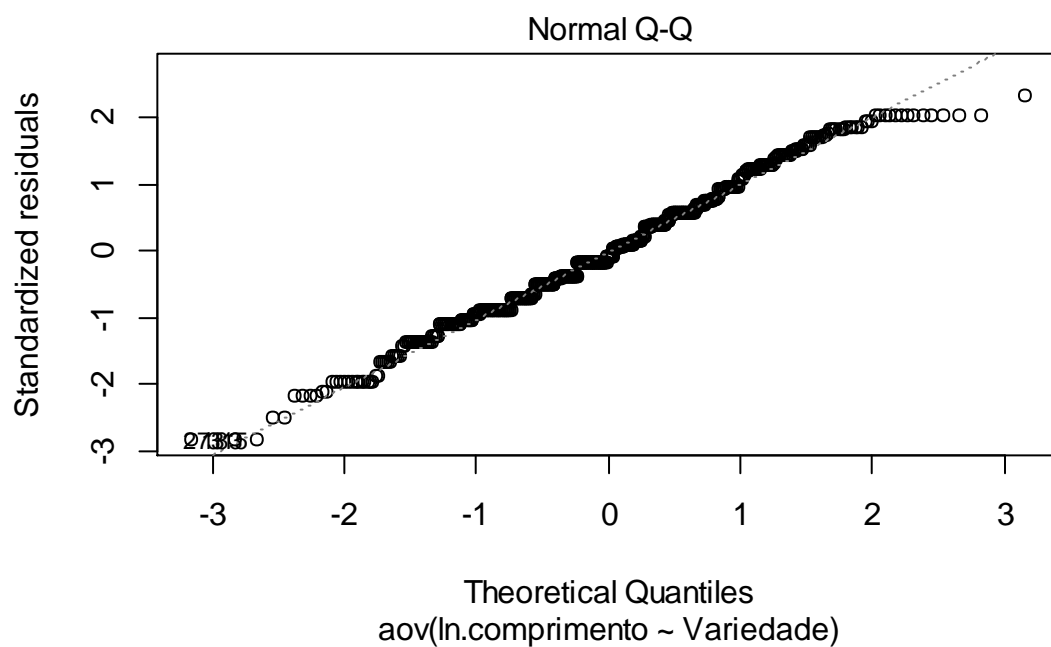


Figura 33 - Gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade



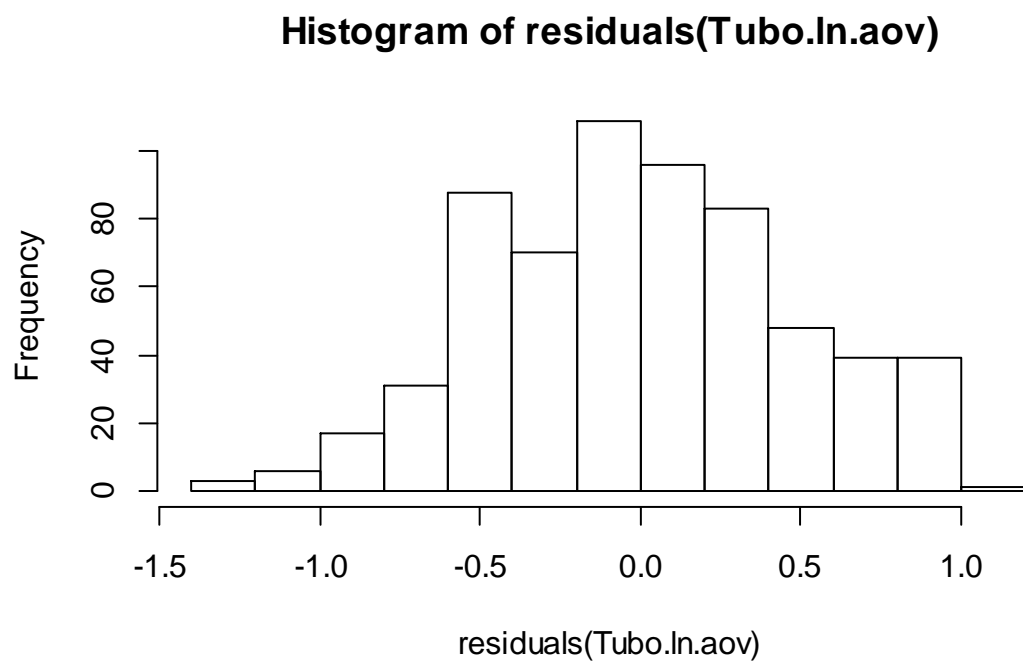


Figura 34 - Histograma dos resíduos do modelo

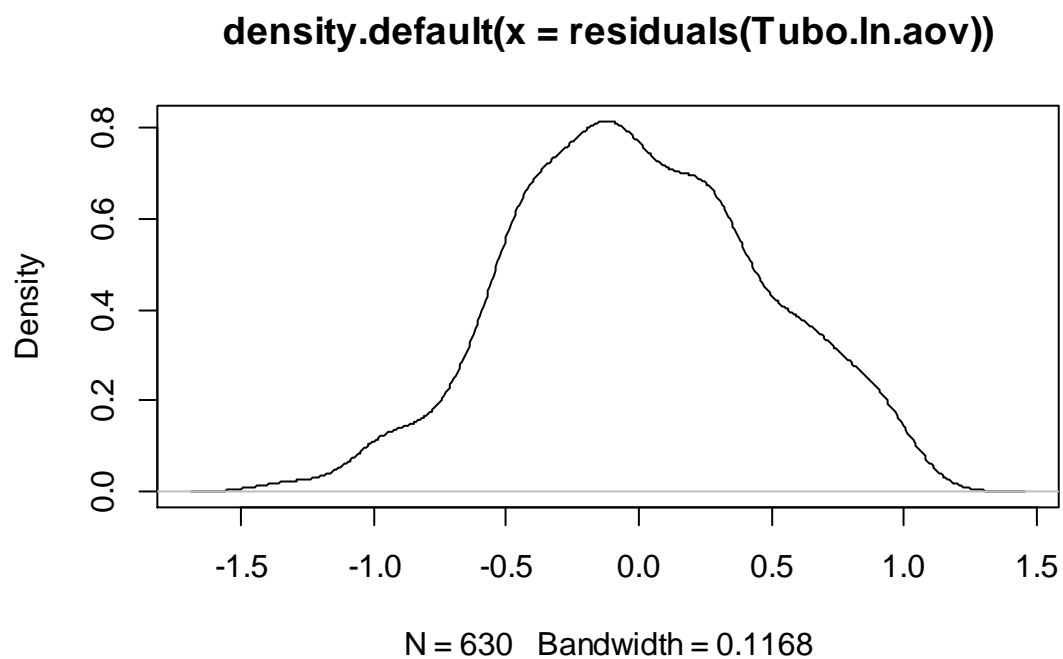


Figura 35 - Gráfico da densidade dos resíduos do modelo

Tukey multiple comparisons of means 95% family-wise confidence level				
Fit: aov(formula = ln.comprimento ~ Cultivar, data = Tubo)				
\$Cultivar				
	diff	lwr	upr	p adj
Chieftain-Autari	-0.3564398	-0.50446664	-0.208413012	0.0000000
M56-Autari	-0.1129877	-0.29428277	0.068307396	0.3762716
P1-Autari	-0.2628971	-0.41990327	-0.105890981	0.0001098
M56-Chieftain	0.2434521	0.09542533	0.391478955	0.0001530
P1-Chieftain	0.0935427	-0.02348277	0.210568171	0.1678533
P1-M56	-0.1499094	-0.30691559	0.007096705	0.0674256

Figura 36 - Resultados do pós-teste de Tukey ao factor Cultivar.

Resultados do teste de Welch ao comprimento do tubo polínico logaritmicado:

One-way analysis of means (not assuming equal variances)	
data: Comprimento and Cultivar	
F = 12.19, num df = 3.0, denom df = 235.8, p-value = 1.917e-07	

Figura 37 - Resultados da ANOVA de Welch ao factor Cultivar

	n	means	variances	
Autari	90	5.604	0.2065	
Chieftain	270	5.248	0.2611	
M56	90	5.491	0.2119	
P1	180	5.341	0.1791	
		t	df	p
Autari:Chieftain		6.241	169.8	2.005e-08
Autari:M56		1.657	178.0	3.496e-01
Autari:P1		4.584	167.3	5.237e-05
Chieftain:M56		4.224	167.8	2.280e-04
Chieftain:P1		2.112	427.4	1.510e-01
M56:P1		2.590	165.4	5.066e-02

Figura 38 - Resultados do pós teste de Games-Howell para o factor Cultivar.

## 9.2.2. Índices Fisiológicos (IA; IAF, IF)

### 9.2.2.1. Análise ao factor blocos

Índice de Abrolhamento (IA):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Pomar	4	0.22206	0.05551	20.212	1.3e-11	***
Pomar:Bloco	24	0.08491	0.00354	1.288	0.199	
Residuals	82	0.22522	0.00275			
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Figura 39 - Resultados do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor Pomar

Verificação dos pressupostos do modelo:

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IA by interaction(Pomar, Bloco)
Bartlett's K-squared	= 23.941, df = 28, p-value = 0.6847

Figura 40 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.

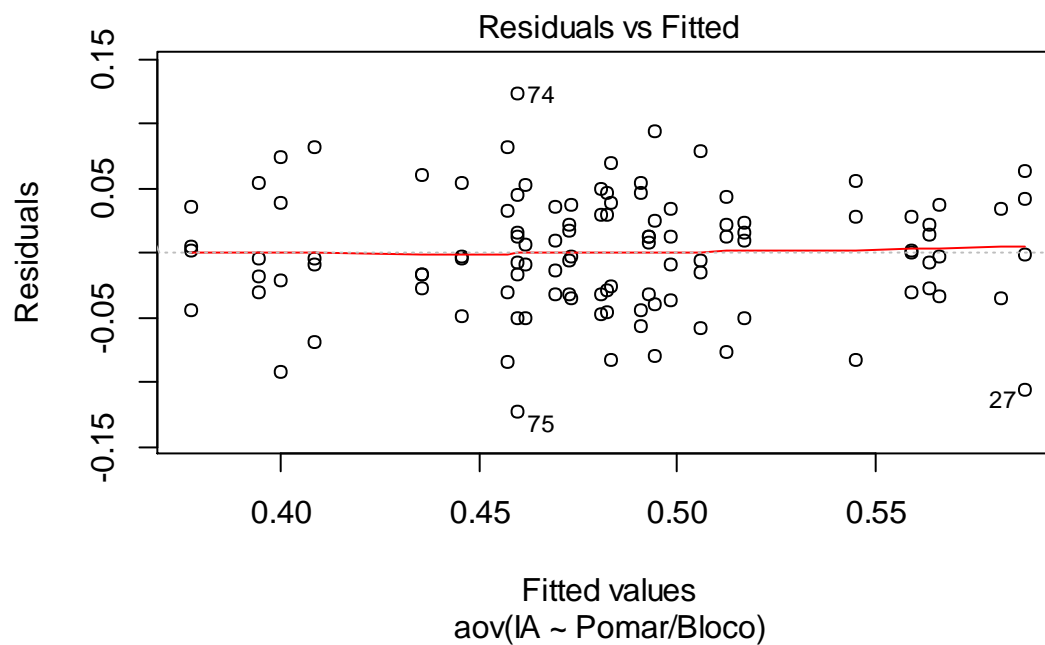


Figura 41 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados

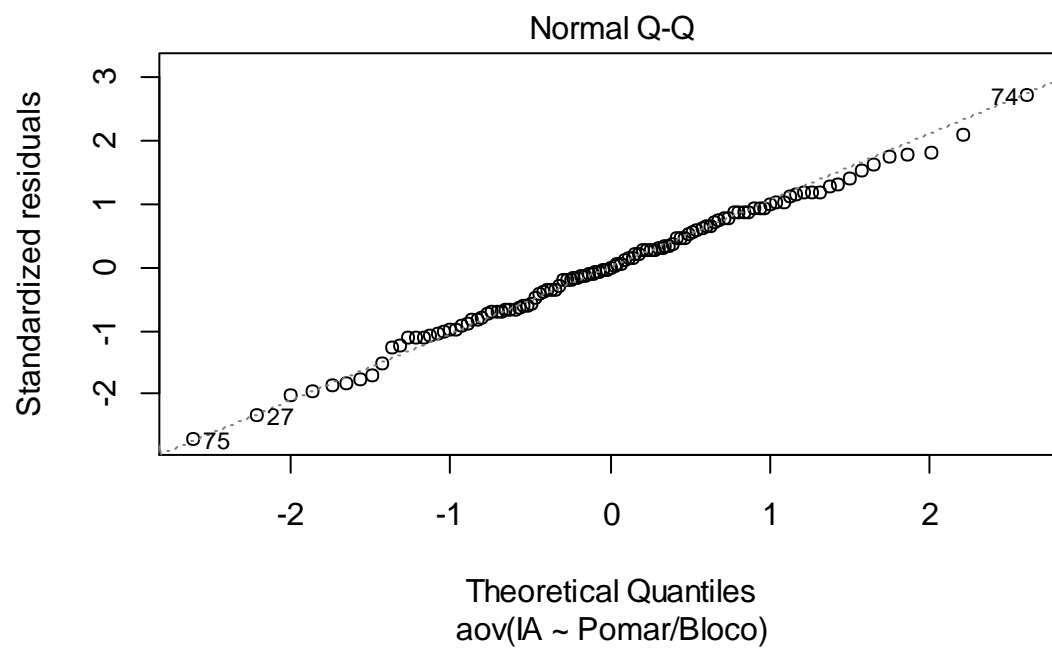


Figura 42 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade.

Índice de Abrolhamento Fértil (IAF):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Pomar	4	0.3017	0.07543	14.329	6.52e-09	***
Pomar:Bloco	24	0.1907	0.00794	1.509	0.0882	.
Residuals	82	0.4317	0.00526			
---						
signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 43 - Resultados do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor Pomar.

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IAF by interaction(Pomar, Bloco)
Bartlett's K-squared	= 39.792, df = 28, p-value = 0.069

Figura 44 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias

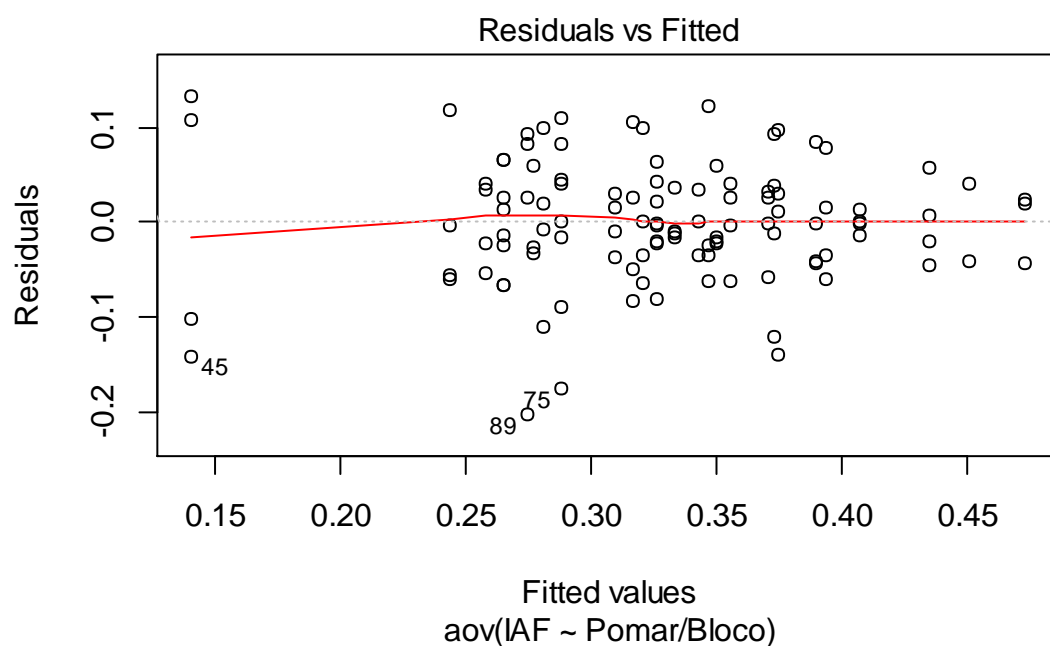


Figura 45 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

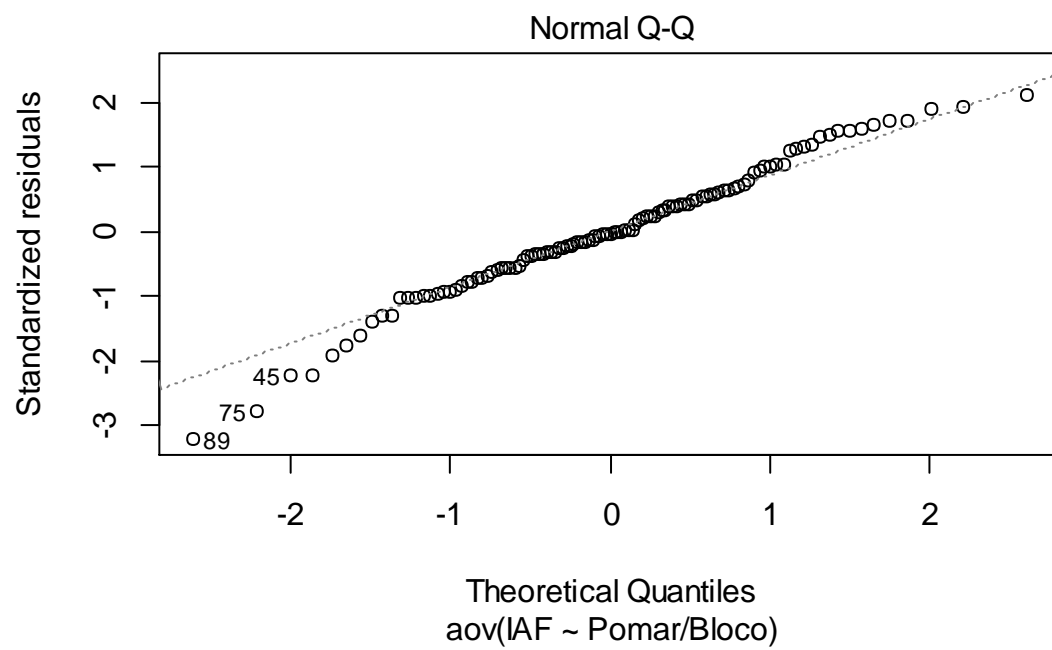


Figura 46 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade

Índice de Fertilidade:

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Pomar	4	9.895	2.4737	11.636	2.01e-07	***
Pomar:bloco	23	7.819	0.3399	1.599	0.0666	.
Residuals	76	16.157	0.2126			
---						
signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Figura 47 - Resultado do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor Pomar

Bartlett test of homogeneity of variances

data: IF by interaction(Pomar, bloco)

Bartlett's K-squared = 33.897, df = 27, p-value = 0.1691

Figura 48 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias

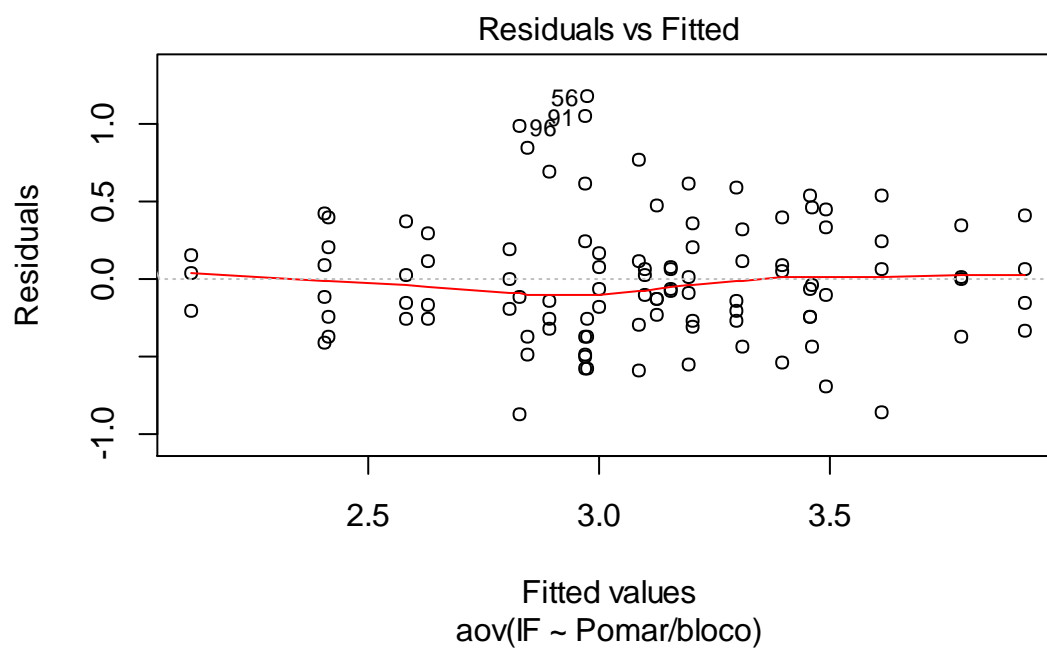


Figura 49 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

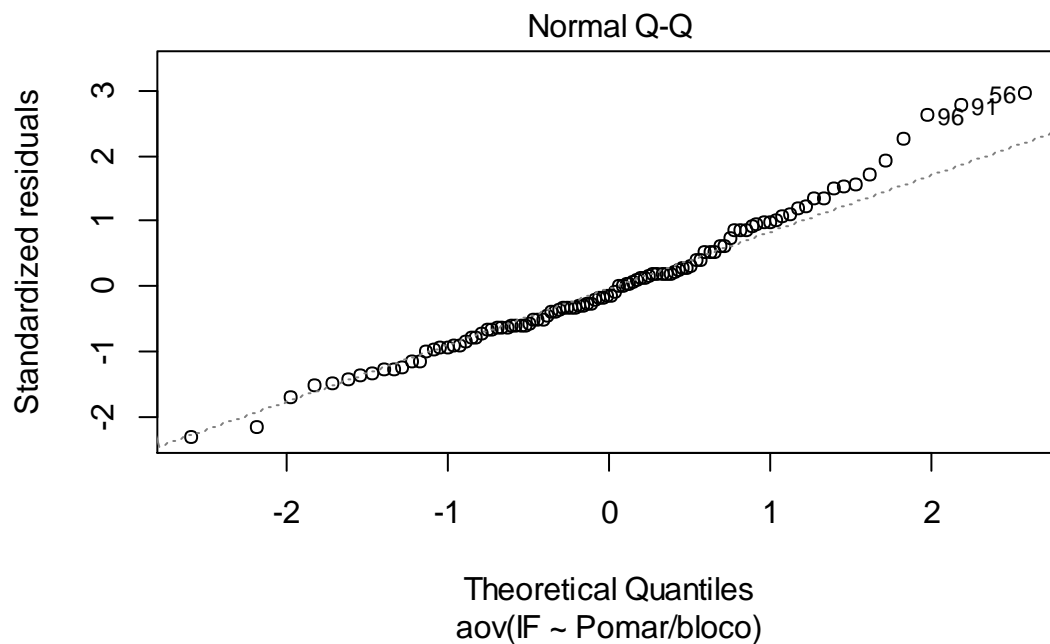


Figura 50 - Gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade.

#### 9.2.2.2. Análise ao factor pomar

Índice de Abrolhamento (IA):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Pomar	1	0.02382	0.023816	9.953	0.00324	**
Pomar:Bloco	10	0.03589	0.003589	1.500	0.17958	
Residuals	36	0.08614	0.002393			
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

Figura 51 - Resultados do ajuste do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor Pomar

Bartlett test of homogeneity of variances	
data: IA by interaction (Pomar, Bloco)	
Bartlett's K-squared = 11.794, df = 11, p-value = 0.3793	

Figura 52 - Resultados do teste de Bartlett ao pressuposto da homogeneidade de variâncias.



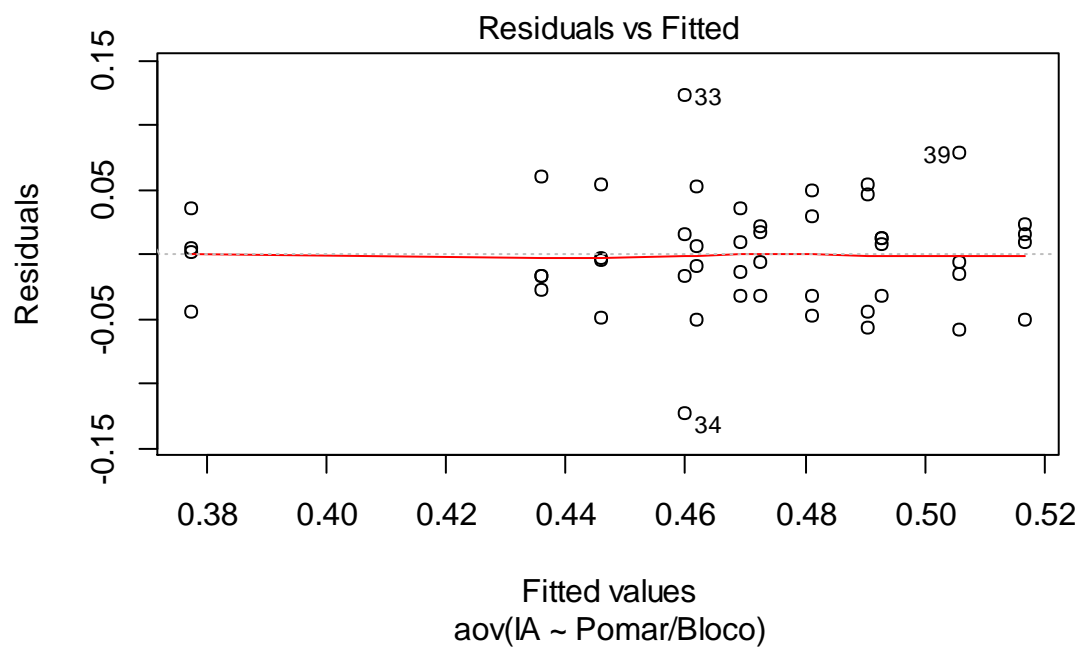


Figura 53 - Gráfico dos Resíduos versus valores ajustados.

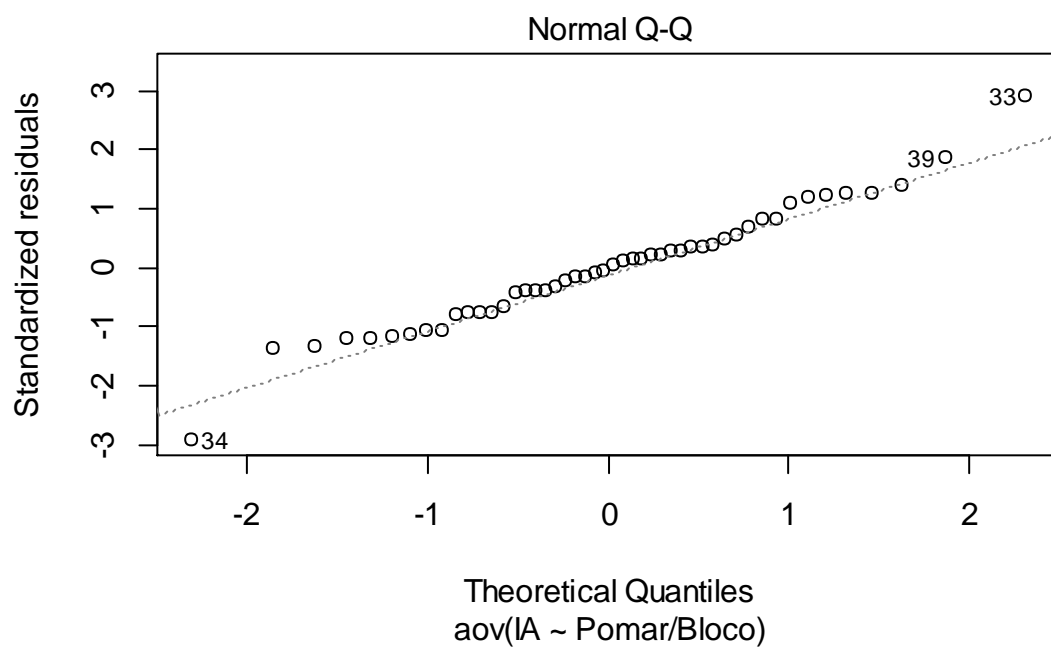


Figura 54 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade.

Índice de Abrolhamento Fértil (IAF):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Pomar	1	0.05465	0.05465	7.477	0.00963	**
Pomar:Bloco	10	0.06912	0.00691	0.946	0.50487	
Residuals	36	0.26309	0.00731			
---						
Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'
					0.05	'.'
					0.1	' '
					1	

Figura 55 - Resultado do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor Pomar.

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IAF by Hayward
Bartlett's K-squared	= 18.164, df = 11, p-value = 0.07786

Figura 56 - resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.

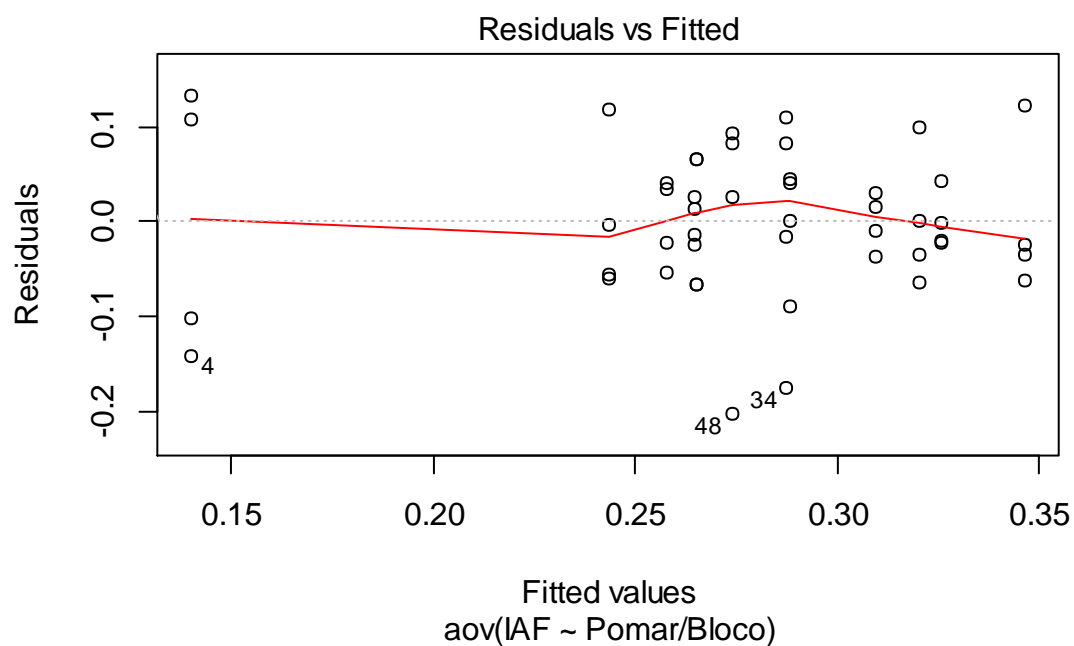


Figura 57 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados

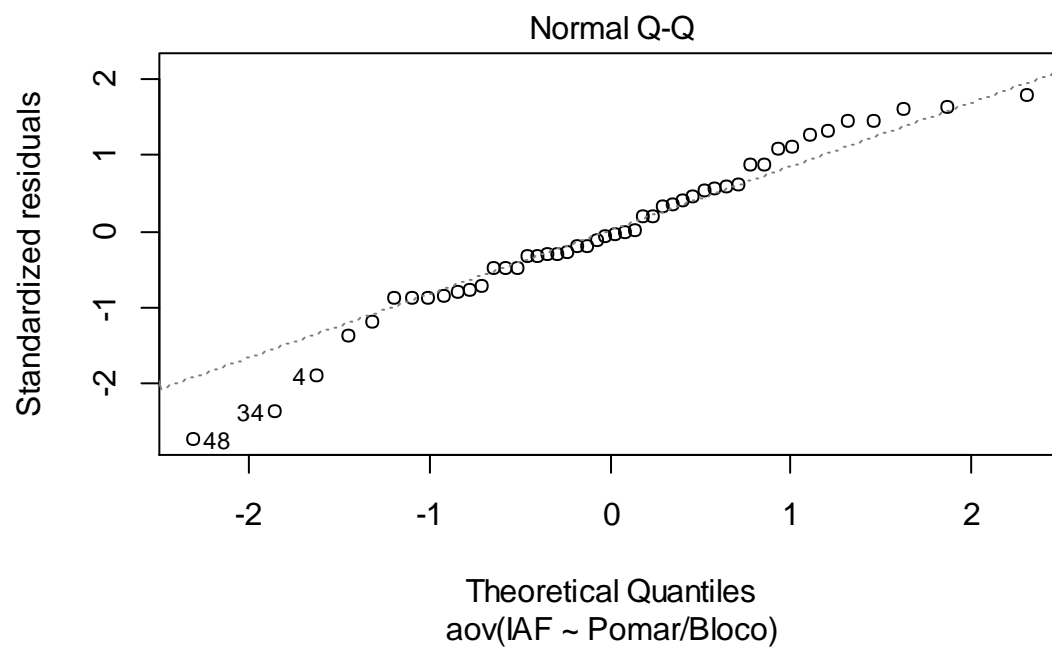


Figura 58 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade.

Índice de fertilidade (IF):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Pomar	1	1.933	1.9331	10.277	0.00287	**
Pomar:bloco	10	2.650	0.2650	1.409	0.21713	
Residuals	35	6.583	0.1881			
---						
Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 59 - Resultado do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor bloco subordinado ao factor Pomar

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IF by interaction(Pomar, bloco)
Bartlett's K-squared	= 9.3717, df = 11, p-value = 0.5876

Figura 60 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias

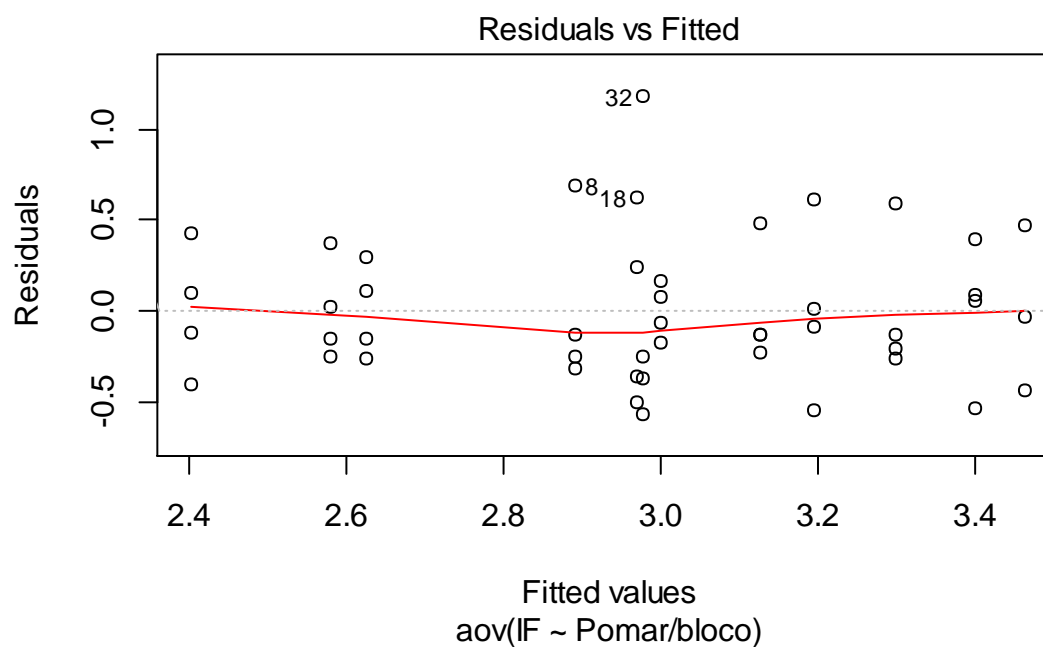


Figura 61 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados

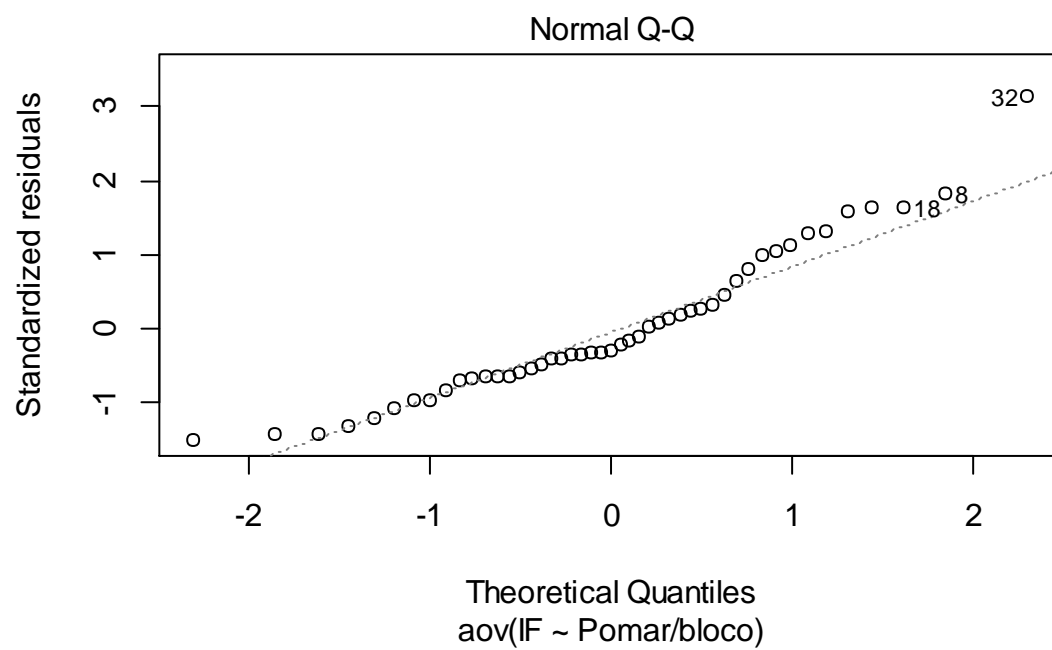


Figura 62 - Gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade

### 9.2.2.3. Análise ao factor cultivar

Índice de Abrolhamento (IA):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	3	0.19824	0.06608	22.59	2.21e-11	***
Cultivar:Pomar	1	0.02382	0.02382	8.14	0.00521	**
Residuals	106	0.31013	0.00293			
---						
Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'
				0.05	'.'	0.1
					' '	1

Figura 63 - Resultado do ajuste do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor Pomar subordinado ao factor cultivar

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IA by Cultivar.Pomar
Bartlett's K-squared	= 2.2783, df = 4, p-value = 0.6847

Figura 64 - resultados do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias

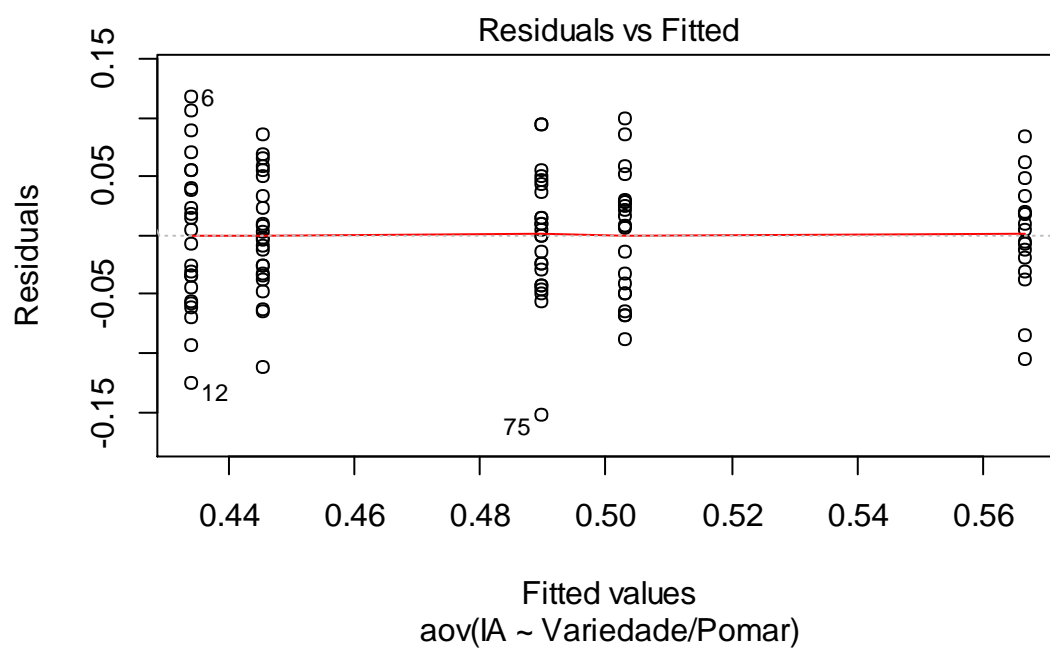


Figura 65 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

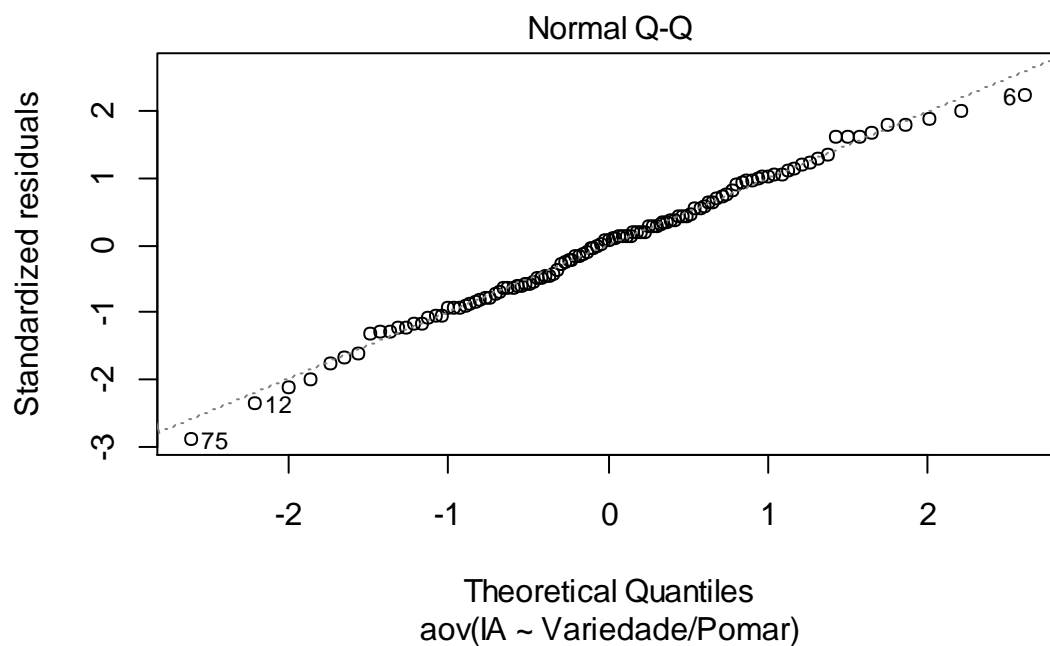


Figura 66 - Gráfico do ajuste dos Resíduos à normalidade.

```

$statistics
      Mean      CV      MSerror      HSD r.harmonic
0.4824767 11.21101 0.002925784 0.04077171 23.98397

$parameters
Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
106 4      3.691461 0.05 Tukey Variedade

$means
      IA      std r      Min      Max
Earligreen 0.4338475 0.06394768 24 0.3086420 0.5529412
Hayward    0.4674253 0.05570629 48 0.3333333 0.5851064
Soreli     0.5031067 0.05207170 22 0.4148148 0.6031746
Tsechelidis 0.5669300 0.04815603 17 0.4615385 0.6515152

$comparison
NULL

$groups
      trt      means M
1 Tsechelidis 0.5669300 a
2 Soreli      0.5031067 b
3 Hayward     0.4674253 bc
4 Earligreen  0.4338475 c

```

Figura 67 - Resultados do Pós-teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), com agrupamento por variedades

\$statistics						
	Mean	CV	MSerror	HSD	r.harmonic	
	0.4824767	11.21101	0.002925784	0.04546123	21.80758	
\$parameters						
	Df	ntr	StudentizedRange	alpha	test	name.t
	106	5	3.924856	0.05	Tukey	Pomar
\$means						
		IA	std	r	Min	Max
Barreiros	0.4338475	0.06394768	24	0.3086420	0.5529412	
Lago	0.5669300	0.04815603	17	0.4615385	0.6515152	
Lago S	0.5031067	0.05207170	22	0.4148148	0.6031746	
Navarra	0.4896999	0.05386702	24	0.3367347	0.5851064	
Prozelo	0.4451507	0.04903250	24	0.3333333	0.5312500	
\$comparison						
NULL						
\$groups						
	trt	means	M			
1	Lago	0.5669300	a			
2	Lago S	0.5031067	b			
3	Navarra	0.4896999	b			
4	Prozelo	0.4451507	c			
5	Barreiros	0.4338475	c			

Figura 68 - Resultados do pós-teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), com agrupamento por Pomar



Índice de abrolhamento fértil (IAF):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	3	0.2471	0.08236	14.029	9.08e-08	***
Cultivar:Pomar	1	0.0546	0.05465	9.308	0.00288	**
Residuals	106	0.6223	0.00587			
---						
signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'
				0.05	'.'	0.1
					' '	1

Figura 69 - Resultado do ajuste do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor Pomar subordinado ao factor cultivar

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IAF by Cultivar.Pomar
Bartlett's K-squared	= 3.841, df = 4, p-value = 0.428

Figura 70 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.

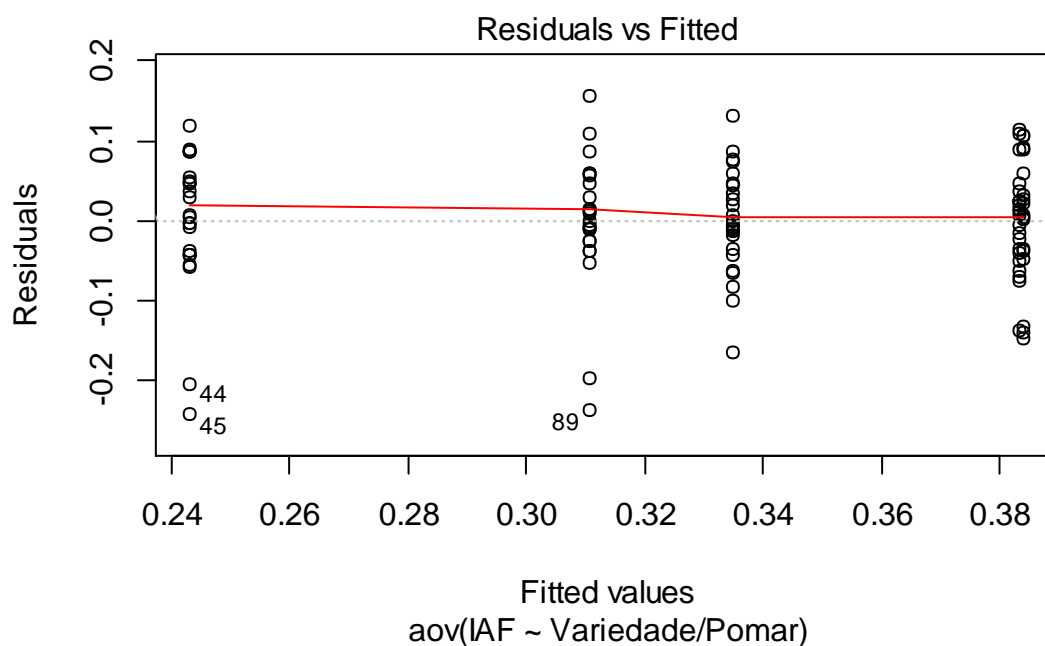


Figura 71 - Gráfico dos Resíduos versus valores ajustados

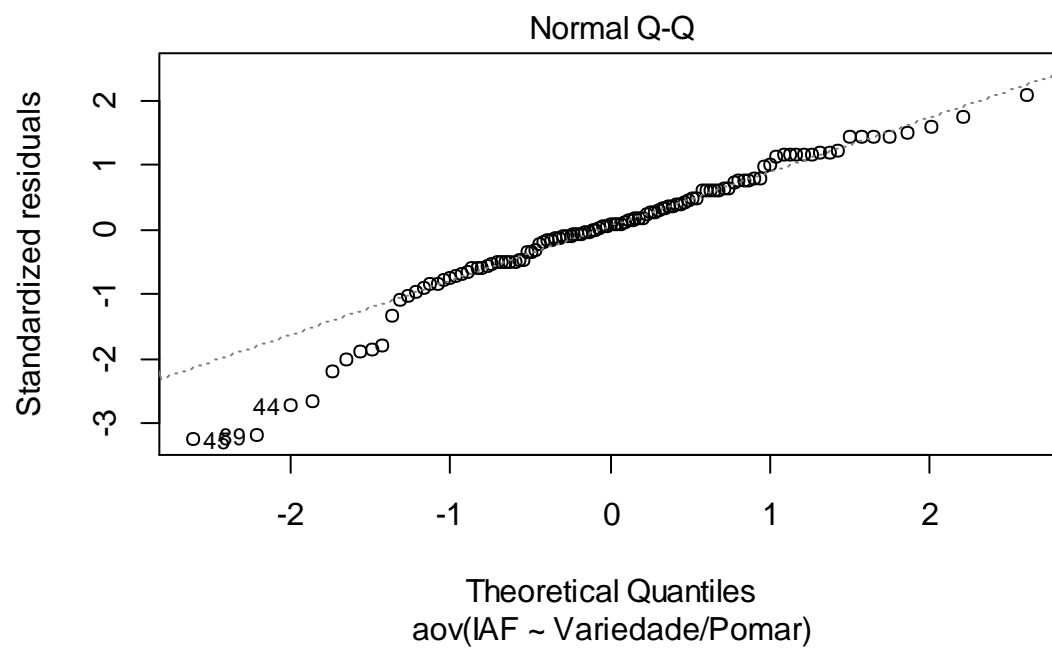


Figura 72 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade.

Índice de Abrolhamento Fértil (Análise sem os outliers considerados):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	3	0.1721	0.05737	13.042	2.76e-07	***
Cultivar:Pomar	1	0.0372	0.03722	8.462	0.00444	**
Residuals	103	0.4531	0.00440			
---						
signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'
				0.05	'.'	0.1
					' '	1

Figura 73 - Resultados do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizado, com o factor pomar subordinado ao factor cultivar

Bartlett test of homogeneity of variances	
data:	IAF by Cultivar.Pomar
Bartlett's K-squared	= 3.5441, df = 4, p-value = 0.4712

Figura 74 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias

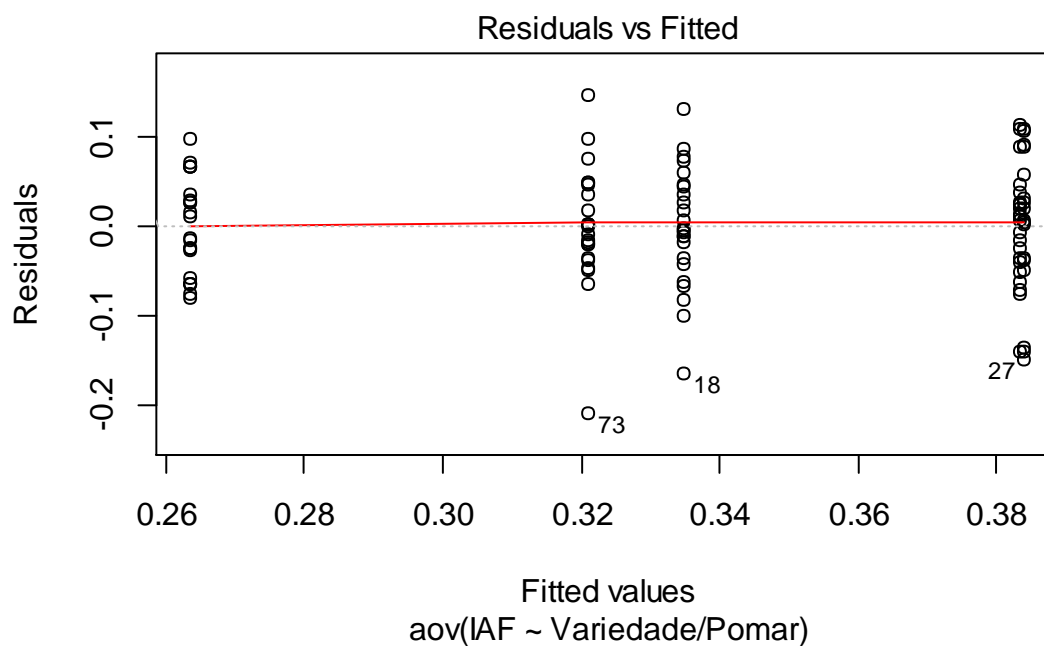


Figura 75 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

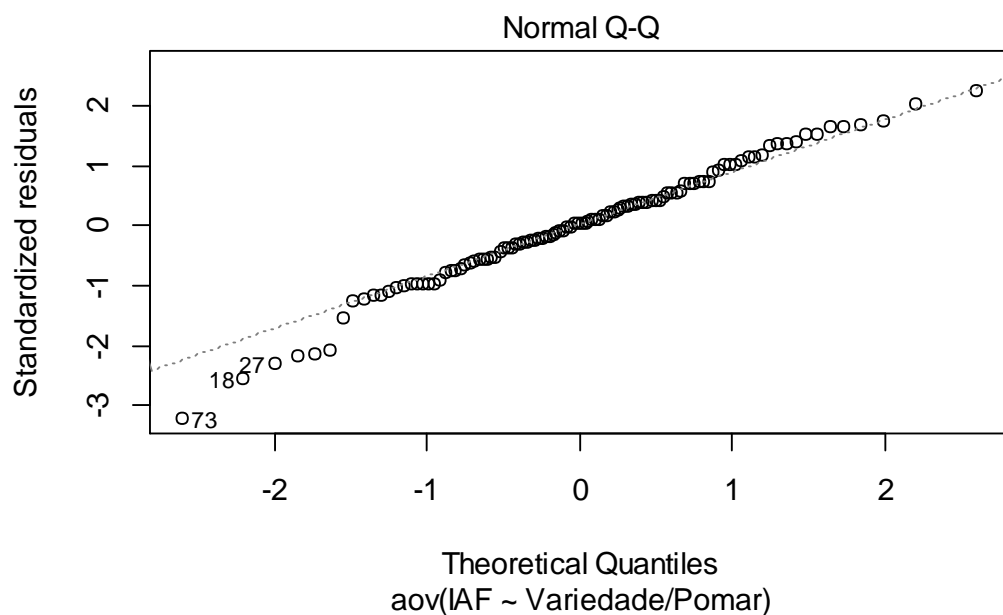


Figura 76 - Gráfico do ajuste dos resíduos à normalidade

```
$statistics
  Mean      CV      MSerror      HSD r.harmonic
0.3349636 20.49869 0.004714628 0.05198712 23.78588

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
104 4      3.692595 0.05 Tukey Variedade

$means
      IAF      std r      Min      Max
Earligreen 0.3347400 0.06657777 24 0.1700000 0.4659091
Hayward    0.2928879 0.06745541 45 0.1122449 0.4680851
Soreli     0.3833430 0.06129212 22 0.2444444 0.4970414
Tsechellides 0.3840476 0.08264006 17 0.2352941 0.4913793

$comparison
NULL

$groups
      trt      means M
1 Tsechellides 0.3840476 a
2 Soreli       0.3833430 a
3 Earligreen   0.3347400 ab
4 Hayward      0.2928879 b
```

Figura 77 - Resultados do teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )

Índice de Fertilidade (IF):

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Cultivar	3	7.766	2.5887	10.881	2.87e-06	***
Cultivar:Pomar	1	1.933	1.9331	8.125	0.00527	**
Residuals	103	24.506	0.2379			
---						
signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'
				0.05	'.'	0.1
					' '	1

Figura 78 - Resultado do ajustamento do modelo ANOVA hierarquizada, com o factor Pomar subordinado ao factor Cultivar

Bartlett test of homogeneity of variances	
data: IF by interaction(Cultivar, Pomar)	
Bartlett's K-squared = 7.9727, df = 4, p-value = 0.09258	

Figura 79 - Resultado do teste de Bartlett à homogeneidade de variâncias.

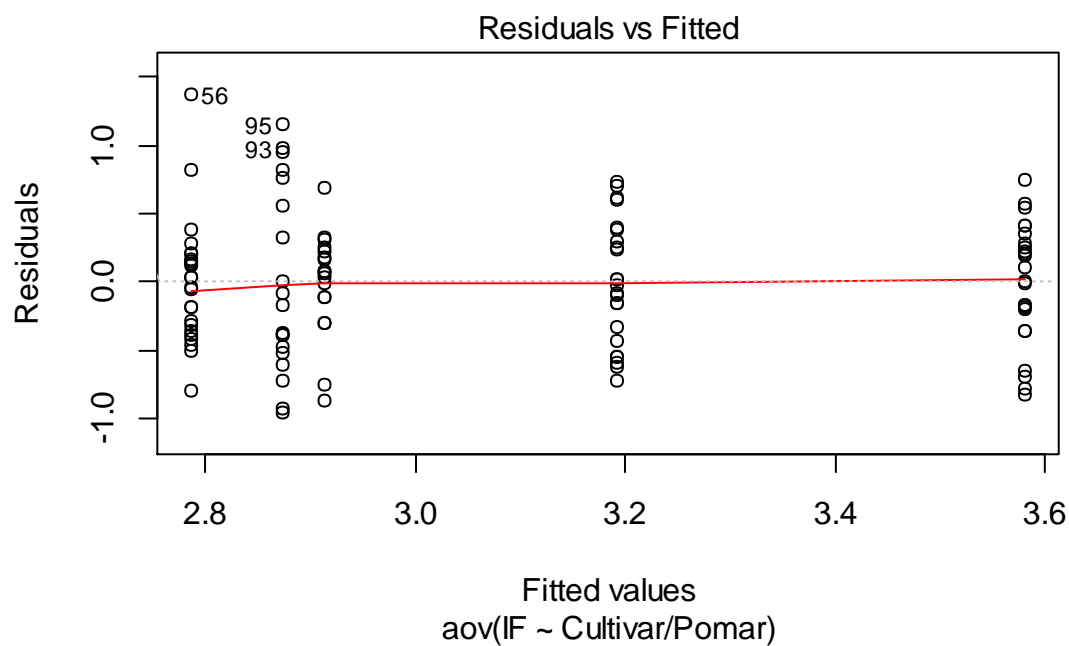


Figura 80 - Gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

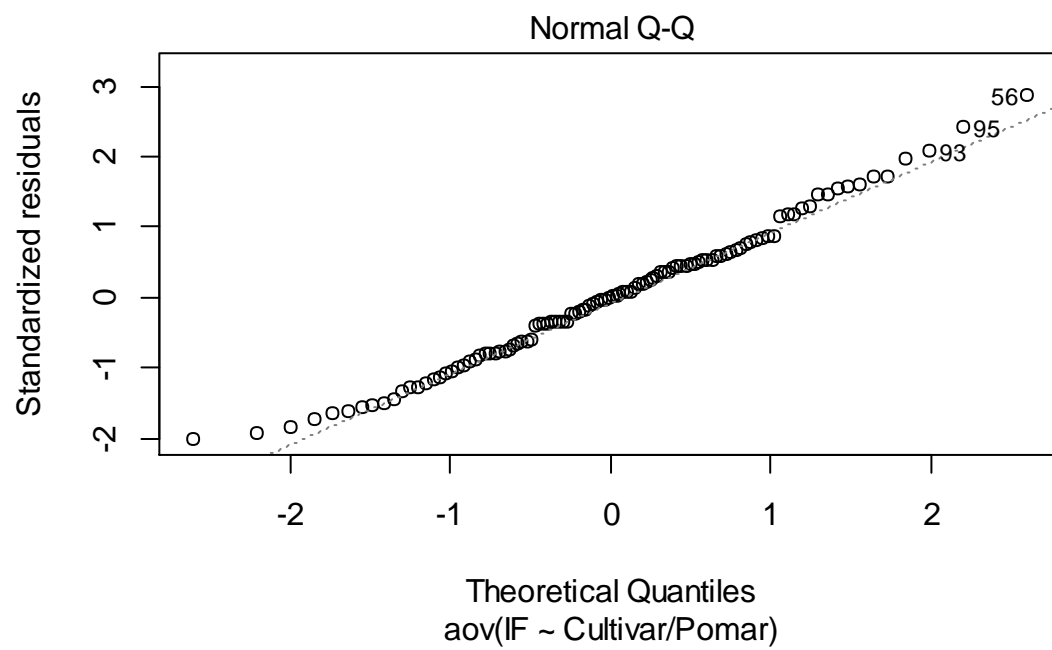


Figura 81 - Gráfico do ajustamento dos resíduos à normalidade

```

$statistics
  Mean      CV    MSerror      HSD r.harmonic
  3.085564 15.80807 0.2379177 0.3726039 23.37399

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
  103 4      3.693179 0.05 Tukey Cultivar

$means
      IF      std  r      Min      Max
Earligreen 3.581001 0.4422952 24 2.758621 4.333333
Hayward    2.984658 0.4926895 47 2.000000 4.162791
Soreli     2.872389 0.6833569 19 1.918919 4.018182
Tsechellides 2.913474 0.3731791 18 2.050000 3.606061

$comparison
NULL

$groups
      trt      means M
1 Earligreen 3.581001 a
2 Hayward    2.984658 b
3 Tsechellides 2.913474 b
4 Soreli     2.872389 b

```

Figura 82 - Resultados do pós-teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), com agrupamento por Variedade

```

$statistics
  Mean      CV    MSerror      HSD r.harmonic
  3.085564 15.80807 0.2379177 0.4152446 21.27671

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
  103 5      3.926837 0.05 Tukey Pomar

$means
      IF      std  r      Min      Max
Barreiros 3.581001 0.4422952 24 2.758621 4.333333
Lago       2.913474 0.3731791 18 2.050000 3.606061
Lago S     2.872389 0.6833569 19 1.918919 4.018182
Navarra    3.191824 0.4516720 23 2.470588 3.931034
Prozelo    2.786125 0.4542043 24 2.000000 4.162791

$comparison
NULL

$groups
      trt      means M
1 Barreiros 3.581001 a
2 Navarra   3.191824 ab
3 Lago      2.913474 bc
4 Lago S    2.872389 bc
5 Prozelo   2.786125 c

```

Figura 83 - Resultado do pós-teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), com agrupamento por Pomar